NASIL ÇALIŞIR

BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI 4

HALOJEN
KİBRİT ÜRETİMİ

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI

Copyright: Marshall Cavendish Limited Londra
ve Gelişim Basım Yayım A.Ş.
Şafak sk. 2 Nişantaşı/İstanbul (1980)
Tel: 48 61 82 / 48 61 83

Dizgi: Ağaoğlu Yayınevi Tesisleri

Baskı: Apa Ofset

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

4

GELİŞİM YAYINLARI

Gelişim Basım ve Yayım A.Ş.adına
Sahibi ve Genel yönetmeni:
ERCAN ARIKLI

Genel yönetmen yayın
yardımcısı :
TANJU GÖKÇÖL

Sorumlu Yönetmen:
AYDAN LOSTAR

Teknik Danışman:
VEDAT ÖZTÜRK

Yayın Kurulu:
FARİS AKARSU, NEJAT DALAY,
EMRE DÖLEN, FATİH ERDOĞAN,
ENVER GÜNSEL, GÜROL IRZIK,
BEKİ KAN, GÜHER SAVAT, ALP
SEVİNDİK, ERDEN SOYTÜRK,

Sayfa Düzeni:
NAZLI TÜRKSOY

Düzelti:
SITKI BADEM

Sekreter:
SULTAN GÜRSOY

HALOJEN

PERYODİK ÇİZELGE'de flüor (ya da flor), klor, brom, iyot ve astat (ya da astatin) yedinci grup elementlerini oluşturur. Bunlara «halojenler» adı verilir. Yunanca kökenli olan halojen sözcüğü, «tuz oluşturan» anlamına gelir; çünkü bu elementler, metallerle birleşerek, sodyum klorür gibi tuzlar verirler. Halojen atomlarının en dıştaki kabuğunda yedi elektron vardır. Elektron sayısını sekize tamamlayarak kararlılık kazanmak için, kolayca bir elektron daha alırlar (tuz oluşturmada olduğu gibi).

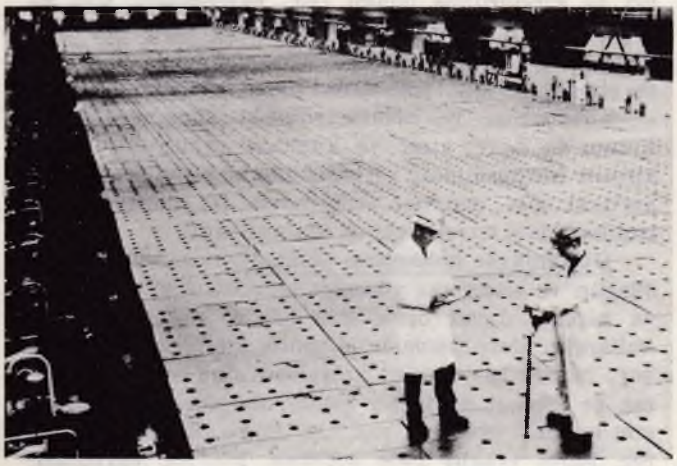
Flüor: Flüor *(F)*, oda sıcaklığında açık sarı renkli bir gazdır. Kimyasal açıdan en kararsız element sayılır. Aralarında organik maddelerin ve bazı metallerin de bulunduğu birçok maddeyle hemen tepkimeye girer. Kripton ve ksenon gibi ASAL GAZLAR'la bile bileşikler oluşturur. Flüor kemiklerde, dişte ve deniz suyunda az miktarda görülmekle birlikte, daha çok *flüorspat* ve *kriyolit* gibi minerallerde bulunur.

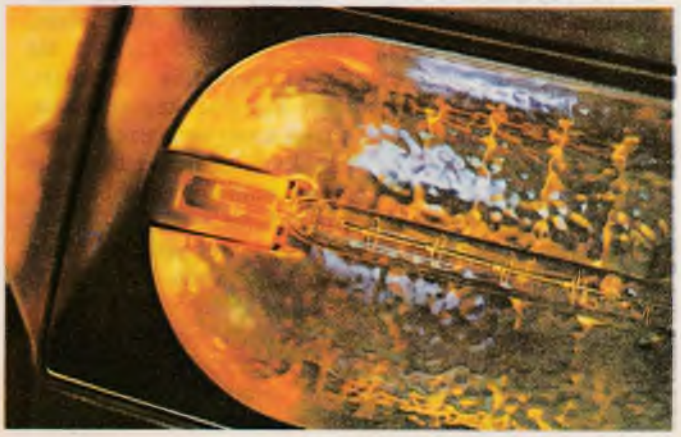
Flüorun ticari üretimi, potasyum flüorür eklenerek iletken duruma getirilen hidrojen flüorürün ELEKTROLİZ'i yoluyla gerçekleştirilir. Arı flüorün başlıca kullanım alanlarından biri, U_{235} izotopunu (NÜKLEER REAKTÖR'de ve ATOM BOMBASI'nda kullanılır) U_{238} izotopundan ayırmada kullanılan uranyum heksaflüorür (UF_6) üretimidir. Flüor bileşikleri çoğunlukla flüorun kendinden değil, hidrojen flüorürden elde edilir. Hidrojen flüorür, toz flüorspatın derişik sülfürik asit ile ısıtılmasıyla elde edilir. Suda eritildiğinde, camın parlatılmasında kullanılan zayıf bir asit çözeltisi oluşturur.

Elde edilen hidrojen flüorürün üçte biri, organik flüorür bileşiklerinin (hem flüor, hem karbon atomu taşıyan bileşikler) üretiminde kullanılır. Organik flüorür bileşiklerine örnek olarak, zehirsiz ve yanıcı olmayan «flüotan» adlı uyuşturucu maddeyi, mutfak eşyalarını kaplamada kullanılan «politetraflüoroetilen» (PTFE) adı verilen plastiği, soğutucu ve püskürtücülerdeki düşük kaynama noktalı freonu ve yangın söndürmede kullanılan BCF'yi (bromoklorodiflüorometan) sayabiliriz.

İçme suyunda flüor tuzlarının bulunduğu bölgelerde diş çürüklerine daha az raslanır. Bu nedenle, flüor tuzlarının az olduğu su kaynaklarına ve bazı diş macunlarına, flüor katılır.

Klor: İlk kez 1774'te Scheele tarafından bulunan klor *(Cl)*, kötü kokulu, yeşilimsi sarı renkli, ağır bir gazdır. Birinci Dünya savaşında zehirli gaz olarak kullanılmıştır. Yeryüzünde bol bulunan elementler arasında on ikinci sırayı alan klorun ana kaynakları, deniz suyu ile sodyum klorür olarak gözüktüğü kayatuzlarıdır.





Asmaların mantar hastalıklarının denetimi amacıyla, içinde klor bulunan bakır hidroksiklorürle ilaçlanması. (üstte)

Bir tuzlu su elektroliz işletmesinde, hücrelerin bulunduğu bölümün görünüşü. (solda üste) Hücreler cıvalıdır. İşletme, klor ve sodyum hidroksit üretmektedir.

Bir tungsten halojen lambası. (solda altta) Lamba camındaki halojen molekülleri, tungsten telin normalin üstündeki sıcaklıklara yükselmesini sağlar ve lamba parlak bir ışık yayar.

Klor, endüstride, tuzlu suyun, *diyaframlı* ya da *cıvalı hücrelerde* elektroliziyle elde edilir. Diyaframlı hücrede, klor gazı, anotta açığa çıkarılır ve katotta sodyum hidroksit oluşur. Klor, sodyum hidroksit ile tepkimeye gireceği için, katot ile anot arasında iki ürünün karışmasını önleyip, elektrotlar arasında elektrik akımı geçişine izin veren bir engelin yerleştirilmesi gerekir. Gözenekli diyafram, bu amaçla kullanılır. Cıvalı hücrede, katot olarak bir cıva sütunu bulunur. Klor, diyaframlı hücrede olduğu gibi, anottan bırakılır, ama katoda doğru giden sodyum, cıvanın içinde çözünerek bir amalgam oluşturur. Cıva-sodyum amalgamı, elektroliz hücresinden alınıp bir su banyosundan geçirilir. Banyoda sodyum tepkimeye girerek, sodyum hidroksit ve hidrojeni açığa çıkarır. Arılaştırılan cıva, yeniden elektroliz hücresine pompalanır.

Flüorda olduğu gibi, elde edilen klorun çoğu, *vinil klorür*, vb. organik klor bileşiklerinin üretimine gider. Vinil klorür, polimerleştirildiğinde, «*polivinil klorür*» (PVC) adı verilen plastiği ortaya çıkardığı için, önemli bir bileşiktir. DDT gibi böcek öldürücüler de klor içerir; ama bu bileşiklerin geleceği, insanlar ve hayvanlar üstündeki uzun süreli zararlı etkilerinden dolayı, kuşkuludur. «*Perkloroetilen*» adlı kimyasal madde, KURU TEMİZLEME'de kullanılır. Klor bileşikleri, ağartma işlemi için kağıt ve tekstil endüstrisinde de aranır. Klor, kullanışlı bir bakteri öldürücü olduğundan, yüzme havuzlarına atılır ve içme suyuna katılır. Ayrıca, bazı GEİGER SAYACI borularında, soğutucu gaz olarak kullanılır.

Brom: Brom *(Br)* oda sıcaklığında, yoğun ve uçucu bir sıvıdır; çok zehirli kahverengi bir buhar çıkarır. Brom, çoğunlukla, 1 tonunda 0,064 kg brom bulunan deniz suyundan elde edilir. Lut gölünde büyük miktarda bromür tuzları bulunması, bu bölgeyi dünyanın en zengin brom yatağı haline getirmiştir. Tuzlu su denizden alınır, seyreltik asit ve klorla işleme sokulur ve içinden hava geçirilen bir kulenin içine gönderilir. Bu işlem, deniz suyunda bulunan bromür tuzlarından bromu ayırır.

Bromun başlıca kullanım alanı, *etilen bromür* üretimidir. Etilen bromür, vuruntu önleyici bir madde olan *tetraetil kurşun*la birlikte benzine eklenerek, motorda kurşun artıklarının oluşmasını önler (kurşun bromür oluşturarak). Kurşun bromür, motorun çalışma sıcaklığında uçucu hale geldiğinden, kolayca dışarı atılır. Ne var ki, kurşun içermeyen benzin kullanımının artması, etilen bromür istemini de azaltmaktadır. Gümüş bromür, fotoğraf filminin bileşenlerinden biridir. Bu bileşiğin billurları, ışıkla karşılaşınca duyarlı olurlar. Developman banyosuyla işleme sokulduklarında da, siyah metalsi gümüşe indirgenirler.

İyot: İyot *(I)*, bol bulunan bir element değildir; ama doğada çok yaygındır. İyot tuzları kaya, toprak, deniz suyu, hayvan ve bitki dokularının yanı sıra, mercan, sünger, yosun ve balıkyağı gibi deniz ürünlerinde de yüksek oranda bulunur. Dünya iyot üretiminin çoğu, güherçile mineraliyle birlikte bulunduğu Kuzey Şili'de yapılır. İyot, oda sıcaklığında kara renkli, bir katı maddedir. Kolayca buharlaşarak, mor renkli bir duman verir.

İyot, hem serbest element, hem de *iyodoform* (CHI_3) biçiminde, mikropkırıcı olarak kullanılır. İnsan için de gerekli bir element olan iyodun eksikliği, «*guatr*» adı verilen hastalığın ortaya çıkmasına neden olabilir. Bazı iyot bileşikleri, X ışınlarını geçirmediklerinden, röntgen filmi çekiminde kullanılırlar. Radyoaktif I_{131} izotopu tıpta, karaciğer, böbrek ve tiroyit bezi hastalıklarının incelenmesinde kullanılır. Bazı iyotlu boyalar, renkli fotoğrafçılıkta, gümüş iyodür de, fotoğraf filminin hazırlanmasında işe yarar.

Astat: Astat *(At)*, halojenlerin en önemsiz elementidir. En kararlı izotopunun (At_{210}) yarılanma süresi, yalnızca 8,3 saattir. Bilindiği kadarıyla, astatın kimyasal özellikleri iyotunkilere benzemektedir.

HARÇ

İ.Ö. 2000 yıllarında Ur kentinin zigguratlarında kullanılan pişmiş tuğlalar, bitümle örülmüştü. Ama dayanıklı yapı harçları, ancak İ.Ö. I. yy'da geliştirildi. Vitruvius yazılarında, Romalıların geliştirdikleri harçla ilgili çeşitli bilgiler vermiştir: Kirecin yakılma ve söndürülme biçimi (su eklenmesi); sıva ve kaplama için kumla hangi oranlarda karıştırılacağı; hem harç, hem de beton karışımlarında kullanılan su çimentosunun (pozzolana) nasıl hazırlandığı; v.b.

Ortaçağ'da ve hemen sonraki dönemde, Kuzey Avrupa'da harç, kireç ve kumdan yapılıyordu. Ama kirecin söndürülmesi ve karışımdaki kireç oranı, Roma'daki gibi denetlenmediğinden, bu dönemin taş yapılarındaki harçlar çabuk ufalanıyordu.

Günümüzde kullanılan harçlar: Günümüzde harç, düzgün ve sızdırmaz yüzeyler elde etme amacıyla sıva yapma, duvar örme gibi çeşitli inşaat işlerinde kullanılır. Harç, temelde çimento, kum ve sudan oluşur; bazen, işlenmesini kolaylaştırmak için, içine kireç ve benzeri maddeler katılır. Bu maddelerin karışım içindeki oranları, yapının tipine göre değişir. Kireç, harcı «yağlı» hale sokarak, kolayca yayılmasını ve yapışmasını sağlar. Ayrıca, harcın suyu tutmasına neden olarak, hemen donmasını önler. Harç, su buharlaştıkça yavaş yavaş sertleşir. Kirecin bir başka işlevi de, yüzeydeki izleri, girinti ve çıkıntıları, yığıntı yapmadan, düzgün bir biçimde kaplamasıdır. Harcın işlenmesini kolaylaştıran kireç ve benzeri maddeler, düşük çimento ve kum karışımlarının tutmasını sağlayarak, bağlayıcı öğenin kum içindeki boşlukları kapatmasına yardımcı olmaktadır.

Karışıma, kullanılan çimento miktarının yüzde beşi ile onu arasında değişen bir oranda boya katılmasıyla, renkli harçlar elde edilebilir.

Karışımlar: Kaba sıva için en çok kullanılan harç türü, çimento, kireç ve kum oranları 1:1:6 ya da 1:2:9 olanlardır. İki oran da, zeminlerde astar olarak kullanılmaya elverişlidir ve nemli yerlere uygun,

Verulamium'da (günümüzde İngiltere'de St. Albans), Romalılar tarafından yapılan dayanıklı harç, moloz ve çakıl taşları ile tuğlalardan oluşmuş bir duvar. (üstte solda)

Roma'nın çöküşüyle, su geçirmez dayanıklı harç yapma sanatı da geriledi. Ortaçağ'da yapılan kireç ve kum karışımları, daha dayanıksızdı ve zamanla ufalanıyordu. (üstte ortada)

Kum ve çimentodan oluşan modern harçla örülen briketler. (üstte sağda) Kireç, karışımda hava kabarcıkları kalmasını sağlayarak, bağlayıcı öğenin bütün boşluklara girmesine yolaçar.

sağlam, dayanıklı yüzeyler hazırlanmasında yararlı olur. Kaba sıva harcı, tahta malayla uygulanabilir.

Dış yüzeylerin sıvanmasında, genellikle iki tabaka uygulanır. Duvarın kötü hava koşullarında kalacağı yapılarda, kaba sıvanın üstüne ya çakıl taşı ve mermer tozuyla yapılan mozaik ya da tarak sıva kaplanır. Art arda uygulanan sıvalarda her kat, bir öncekinden daha ince yapılmalıdır. Çimento, kireç ve kum oranları, sıvanın zemine ya da son kat olarak uygulanmasına bağlı olarak 1:0-1/4:3'ten 1:2:9'a kadar değişebilir.

Tuğla örmede, tuğla işinin cinsine göre (sözgelimi, pencere eşiği, açıkta kendi başına yükselen duvar ve iç duvarlar gibi) çeşitli harç karışımları kullanılır. Çimento, kireç, kum biçimindeki harç karışımları 1:0-1/4:3 ile 1:3:12 arasında değişebilir. Buna karşılık, dona dayanıklı karışım, çimento ve kum ile işlemeyi kolaylaştıran bir maddenin (kireç gibi) birleşiminden oluşur. Karışımda yeralacak maddeler, ağırlığa ya da hacime göre oranlanarak saptanır ve elle karıştırılarak hazırlandıktan sonra, iki saat içinde kullanılır.

HARF DÖKÜMÜ

İlk basım ustaları, harfleri yalnızca dizmez, onlara biçim verip hazırlamak zorunda da kalırlardı. Dökülecek harfin önce, sertleştirilmiş metalden, uzun uğraşlar sonunda kazılarak hazırlanması gerekirdi. «*Zımba*» denilen bu modelden sonra, daha yumuşak metallerden dökülen «*matris*» adlı kalıplar elde edilirdi. Matrislere erimiş metalin dökülmesi yoluyla da, istenilen harf çok sayıda üretilebiliyordu.

XIX. yüzyıl sonlarına doğru, LİNOTİP VE MONOTİP gibi mekanik dizgi makinaları geliştirildi. Eski basım ustalarının, bir tek zımba ve matristen çok sayıda harf dökebilmelerine karşılık, dizgi makinaları, harfleri doğrudan matrislerden döktükleri için, çok sayıda matris gerektirirler. Bu gereksinim, zımba kesen makinaların geliştirilmesine yolaçmıştır.

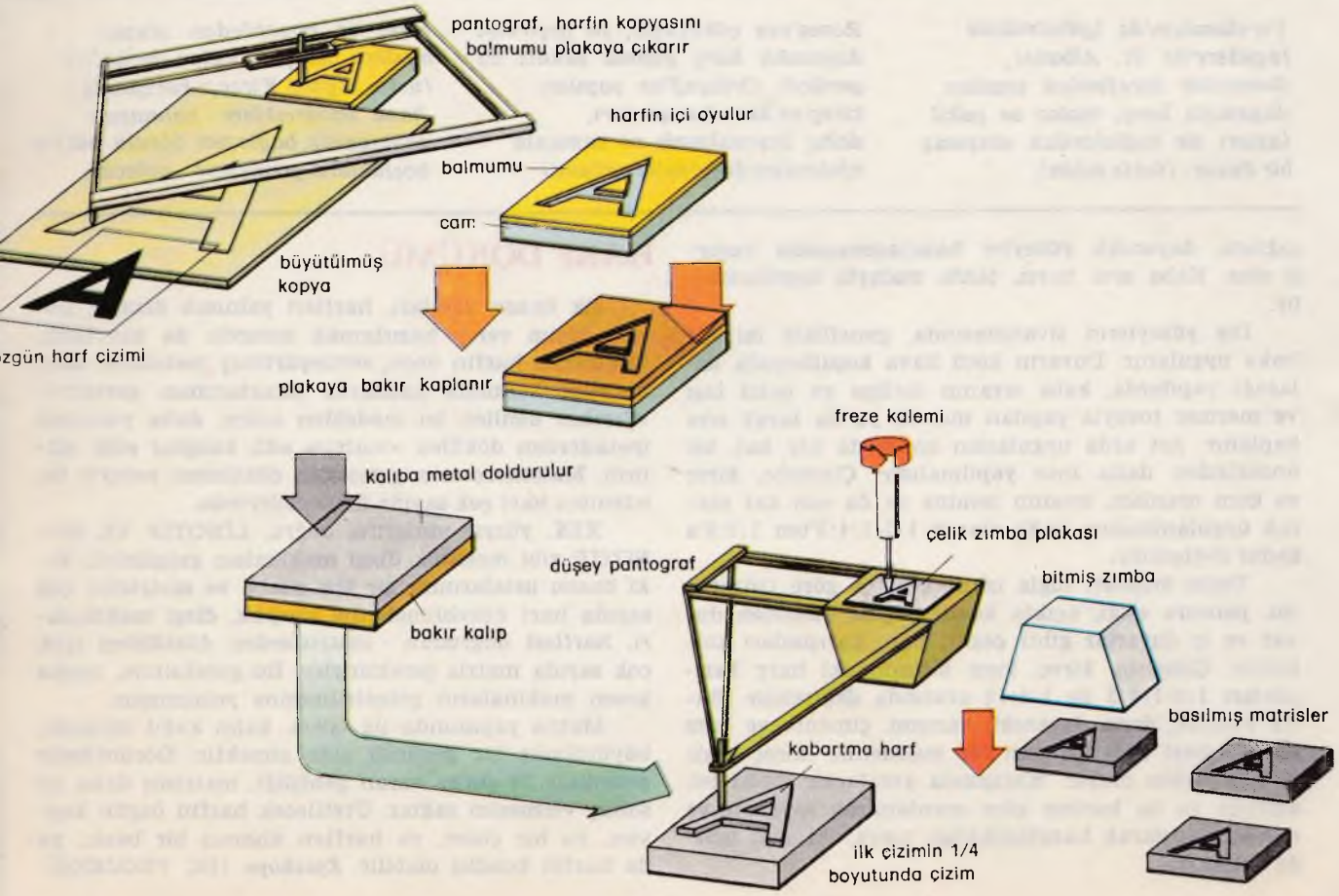
Matris yapımında ilk işlem, kalın kağıt üstünde, büyütülmüş bir görüntü elde etmektir. Görüntünün genellikle 25 cm'ye varan genişliği, matrisin daha iyi sonuç vermesini sağlar. Üretilecek harfin özgün kopyası, ya bir çizim, ya harften alınmış bir baskı, ya da harfin kendisi olabilir. *Episkop*a (Bk. PROJEKSİ-

Harf dökümcüleri işbaşında. (üstte) Resim, 1823 yılında Londra'da basılan «İngiliz Zanaatları Kitabı» adlı yapıttan alınmıştır.

YON MAKİNALARI) yerleştirilen kopyanın görüntüsü, bir kağıt tabakasının üstüne düşürülür ve harf, istenilen boyutları alana kadar büyütülür. Harfin ters görüntüsü alınacağından, kağıdın tersinden, harfin kenar çizgileri, sert bir kurşun kalemle çizilir.

Matris yapımının ikinci aşaması, harf kesme makinasında mastar olarak kullanılacak bir şablon harf ortaya çıkarmaktır. Şablon, kenarları 75 mm uzunluğundaki kare biçimli bakır kaplı plaka üstünde, yaklaşık 1 mm yüksekliğinde kabartma harften oluşur. Örnek harf yapmanın bir yöntemi, çizimi bir PANTOGRAF kullanarak geliştirmektir. Pantograf, arkasında balmumu kaplı cam parçası bulunan bir düzenektir. Harfin çizgilerini izleyen izleyici kolun hareketi, görüntünün balmumu kaplı camın üstünde, dörtte bir oranında küçülerek çizilmesine yolaçar. Harfin içi, balmumundan kazınarak çıkarılır. Plaka duyarlı hale getirilip, ELEKTROLİZ yoluyla yüzeyinde bir bakır tabaka oluşturma amacıyla, kimyasal banyoya

Harf döküm işlemi. (altta) Harf çizimi önce büyütülür, sonra pantografla küçültülerek, balmumu üstüne oyulur. Balmumundan bakır bir tabaka oluşturulur ve bir düşey pantografla bundan çelik zımba çıkarılır. Zımba sertleştirildikten sonra, dizgi makinalarında kullanılan matris ya da kalıpları üretmede kullanılır.



atılır. Bakır tabaka, metal eriyiğiyle doldurulur. Ortaya çıkan harf, ilk çizimin dörtte biri oranındadır.

Harf kesme makinası da, dikey pantograf ilkesine göre çalışır. Şablon, makinanın tabanına yerleştirilir; pantografın üst ucunda, zımbanın kesileceği çelik parçası bulunur. Makina, gerekli olan küçültme oranına ayarlanır. İzleyici kol, şablon harfin çizgileri boyunca hareket ettikçe, kesici, zımbanın çeliğini kesmeye başlar. Değişik kesiciler kullanılır. Bunların en çok kullanılanları arasında büyük miktarlarda çeliği sıyırmada kullanılan dört köşeli, uçları hafifçe tırtıklı kesici ile harfin son biçimini alması için çapakları kazıyan, sivri uçlu dört köşe kesici bulunur. İlk çizgiler kazıldıktan sonra, izleyici kol daha küçük çaplı bir başkasıyla değiştirilir ve kesici daha yakına getirilir. Bu işlem, giderek küçülen izleyicilerin ve giderek yakına getirilen kesicilerin birbirini izlemesiyle yinelenerek (yaklaşık 17 kez), çelik zımba tam istenilen boyutlara ininceye kadar sürdürülür.

Kesimden sonra zımba, elektrikli bir fırında ısıtılır; sertleşmesi için suyla soğutulur ve uygun biçimde tavlanır. Bu işlemler tamamlanınca zımba, matris basma makinasına takılır. Kesimin yapılacağı tabakalar makinalara verilip, birbiri ardından çelik kalıbın altına sokulur. Zımba, tabakanın bir ucuna basarken, aynı anda bir pimle, öteki uçta koni biçimli bir delik açılır.

Harf matrisi yapımında çeşitli metaller kullanılır. Linotip matrisleri pirinçten, monotip matrisleri fosforlu bronzdan, el dizgisinde kullanılacak matrisler bakır ve çelikten yapılır.

Dökümevlerindeki harf dökme makinaları, saatte 10 000 kadar harf üretebilir; ama hızları genellikle, dökülen harfin büyüklüğüne ve cinsine bağlı olarak değişir. Her harfin tabanında oluşan metal sap, makinanın bir hareketiyle kesilir ve harfler kullanılmaya hazır biçimde kutulanır. Harfin erkek kalıbını zımbaya, dişi kalıbını ise matrise çıkarma yöntemi, ilk kez Gutenberg tarafından uygulanan bir yöntemdir ve harf dökümcülüğünde günümüzde kullanılan sistemlerin temelini oluşturur.

Günümüzde baskı ustalarının çoğu, işlerini mekanik dizgi yöntemlerinden en az biriyle yürüttükleri için, kendi harflerini kendileri dökebilirler. Piyasada çeşitli nitelik ve sayıda matris bulunur. Ama çok yüksek nitelikte ve özel biçimde harf üretimi hâlâ, sayıları oldukça azalmış olan dökümevlerinde üretilmektedir.

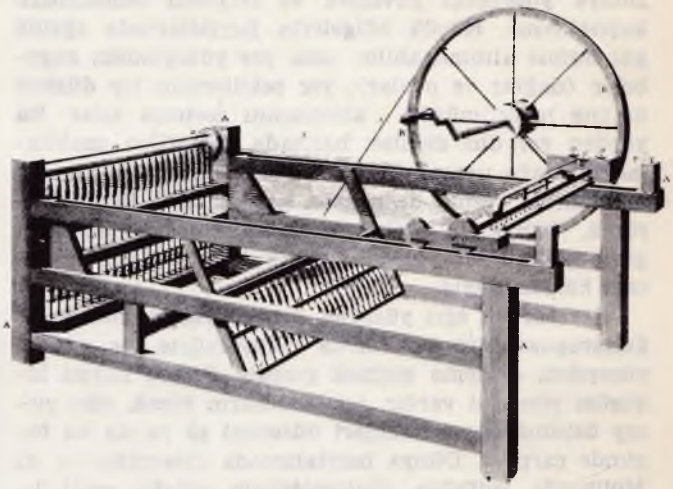
HARGRAVES, JAMES (1720'ye doğru-1778)

Doğum tarihi kesin olarak bilinmeyen James Hargraves, gençlik yıllarını Stanhill (İngiltere) yakınında bir çiftlikte geçirdi. Dokumacılık ve marangozlukla uğraştı ve 1760'larda bir *tarama* makinası yaptı. Böylece tarama süreci, yani doğal durumda birbirinin içine geçmiş liflerden oluşan pamuğun, EĞİRME işleminden önce düzeltilmesi, makinalaşmış oldu.

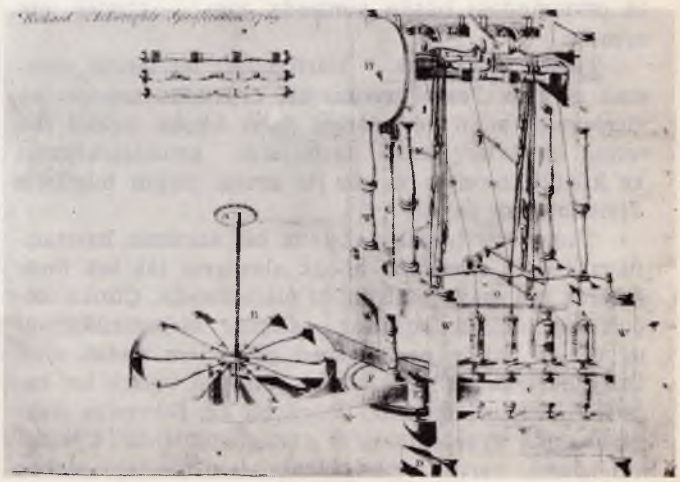
1733 yılında John Kay, «*mekik*» adı verilen bir araç buldu. Bu araç dokuma tezgâhlarında,yün ya da pamuk ipliklerinin, bir yandan öbür yana daha hızlı bir biçimde geçirilmesini sağlıyordu (atkı ipliklerini taşıyan mekik, «*çözgü*» adı verilen iplik dizileri arasından ileri geri geçirilir). John Kay'ın mekiğiyle dokuma işlemi hızlandı; ama hâlâ elle gerçekleştirilen eğirme işlemi, bu endüstri dalında ciddi bir dar boğaz oluşturuyordu.

Söz konusu eksiklik, 1764 yılında Hargraves'in yaptığı eğirme makinasıyla giderildi.«Spinning Jenny» adı verilen makina, tahtadan yapılmıştı ve elle çalıştırılıyordu; ama aynı anda birçok ipliği birden bükebiliyordu.

Hargraves'in buluşunun büyük başarı kazanması, çıkrıkla iplik eğiren kişilerin işlerini yitirecekleriinden korkmalarına yolaçtı. Hargraves'in evi ve makinaların bulunduğu depo saldırıya uğradı. James Hargraves, Stanhill'den ayrılıp Nottingham'a yerleşti. Nottingham'da, birçok iplik eğirme makinası yap-



Hargraves'in iplik eğirme makinasının geliştirilmiş bir biçimi. (üstte)
Arkwright'ın su tezgâhının, 1769 yılında alınan patent belgesi üstündeki çizimi. (altta)
Çizimin solundaki çıkrık, su gücüyle döndürülüyordu.



tı ve Thomas James'le birlikte, pamuğu mekanik olarak eğiren bir tezgâh kurdu.

Aynı yıllarda Nottingham'da Richard Arkwright da, pamuğu mekanik yoldan eğirmeyi başarmış ve 1769 yılında «su tezgâhı» adını verdiği eğirme makinasının patentini almıştı. Bu ad makinaya, su gücüyle çalışmasından dolayı verilmişti. Su gücü, daha çok sayıda iplik işleyen, daha büyük bir makinanın yapılmasını sağlamıştı. Arkwright'ın makinası, Hargraves'inkinden farklı bir ilkeye dayanıyordu. İki makinanın da iyi ve kötü yanları vardı. Bu yüzden, eğirme makinalarının geliştirilmiş tipleri, bu iki örneğin bir karışımından oluşmaktadır.

HARİTACILIK

Haritacının (kartograf) görevi, Dünya yüzeyinin özelliklerini (doğal ya da yapay) uygun bir biçimde, genellikle düz kağıt üstünde büyük oranda küçülterek göstermektir. Karşılaştığı ilk önemli güçlük, Dünya yüzeyinin yuvarlak ve engebeli olmasından kaynaklanır. Küçük bölgelerin haritalarında eğrilik göz önüne alınmayabilir; ama yer yüzeyindeki engebeler (dağlar ve ovalar), yer şekillerinin bir düzlem üstüne izdüşümünün alınmasını zorunlu kılar. Bu yüzden yer düz değilse, haritada gösterilen uzaklıklar gerçeğe uymaz. Daha büyük olanlar söz konusu olduğunda, eğrilik de hesaba katılmalıdır. *Plan izdüşümü*, Dünya'nın biçimine olabildiğince uyan, düzgün eğrilikli bir yüzey üstüne yapılır. Buna *«referans küresi»* denir.

Ne var ki, eğri yüzeyler üstüne yapılan haritalar kullanışsızdır ve bir harita izdüşümüyle, bu eğrisel yüzeyden, düzleme geçmek gerekir. Birçok harita izdüşüm yöntemi vardır, ama bunların tümü, eğri yüzey üstündeki yer şekilleri düzenini şu ya da bu biçimde çarpıtır. Dünya haritalarında (Mercator ya da Mollweide izdüşüm yöntemlerinde olduğu gibi) bu çarpıtma açıkça görülür; ancak özel izdüşüm yöntemleri kullanılmasıyla, çarpılmalar azaltılabilir.

Büyük ölçekli topografya haritalarında, genellikle *ortomorfik* (açıları koruyan) izdüşümler kullanılır. Bu tür bir izdüşümde ölçek değişkendir, ama her nokta çevresindeki bütün yönlerde, kısa uzaklıklar için aynıdır.

Temel haritacılık: Haritacılığı iki sınıfa ayırmak gerekir. *Temel* haritacılık, doğrudan topografya incelemelerinden yararlanır; daha küçük ölçekli *türetme* haritalar, temel haritaların genelleştirilmesi ve küçültülmesiyle ya da iki gruba ilişkin bilgilerin derlenmesiyle yapılır.

Temel haritacılıkta, büyük bir arazinin haritasını çıkarmak amacıyla, küçük alanların tek tek incelenerek bir araya getirilmesi olanaksızdır. Çünkü küçük alanlardaki kusurlar, alanlar birleştirildiğinde büyük ve önüne geçilemeyen çelişkilere neden olur. Önce haritası çizilecek bütün bölgenin, tutarlı bir kafes ağı oluşturulmalıdır. Sonra bu ağ, Dünya'ya doğru biçimde uyarlanmalı ve yerleştirilmelidir. Uyarlama işlemi, haritası çıkarılacak alan içindeki birkaç noktada, gökbilimsel gözlem yapılarak gerçekleştirilebilir.

XVIII. yy. ortalarından bu yana, geniş arazilerin haritalarını çıkarmada klasik ağ hazırlama yöntemi olarak *«nirengileme»*den yararlanılmaktadır. Bu yöntemde, bir üçgen sistemindeki açılar, *teodolit* (derecelere ayrılmış dairesel bir ölçek çevresinde dönebilen bir teleskoptan oluşan aygıt. Bk. KADASTRO) adı verilen araçla, duyarlı biçimde ölçülür. Lineer boyutlar *kaide ölçümü* yöntemiyle, yani sistemin değişik bölümlerinin kenar uzunlukları ölçülerek saptanır. Duyarlı kaide ölçümleri, ilk olarak İngiltere'de 1784 yılında, Hounslow Heath'de cam çubuklarla yapılmıştır. Aynı yıllarda teodolitlerin tasarım ve üretiminde (özellikle Jesse Ramsden'in çalışmaları) büyük gelişmeler kaydedilmiş ve İngiltere'nin ülke çapında nirengileme işlemi başlatılmıştır. Önceleri cam çubuklarla (1784), bimetal çubuklarla (1826), daha sonraları da zincir eğrisi biçiminde asılan çelik şeritlerle yapılan kaide ölçümlerinin yerini, 1950'lerden sonra elektromagnetik yöntemler almıştır.

Bir elektromagnetik dalganın, uzaktaki bir istasyona gidip dönmesi için geçen sürenin saptanmasıyla uzaklığı ölçen *tellürometre* ve *geodimetre* gibi aygıtlar, bütün işlemlerin birkaç saat içinde tamamlanmasını sağlar ve nirengileme yöntemiyle elde edilen ağın, daha birçok doğrusal ölçümle zenginleştirilmesine olanak verir. Temel üçgenlerin, ikincil ve üçüncül üçgenlere ayrılması işlemi, seçilen topografya inceleme yönteminin zorunlu kıldığı koşulları sağ-

Giriş bilgisi olarak, havadan çekilmiş bir dizi kesişen fotoğraf çiftinden yararlanan, büyük ölçekli haritaların hazırlanmasında kullanılan stereo çizici. (solda)

Haritanın negatif fotoğrafını elde etmek için kullanılacak plastik filmin kesilmesi. (altta)

layan değişmez denetim noktalarının, birbirine yakınlaşması sağlanana kadar sürdürülür.

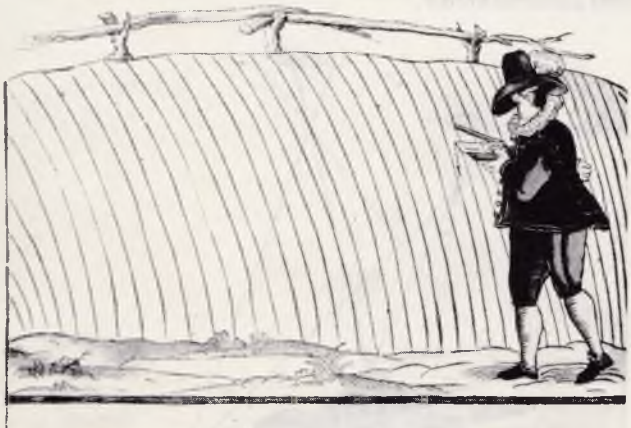
Havadan yapılan yerölçümleri: Topografya ölçümleri, yerden ya da havadan çekilen fotoğraflarla yapılabilir. XVIII. ve XIX. yüzyıllarda yapılan yerölçümlerinde pusula, *plançete* (üstünde ölçüm noktalarının yönlerini göstermeye yarayan bir açı cetveliyle birlikte üç ayaklı bir sehpa üstüne yerleştirilmiş çizim tahtası) ve zincir kullanılırdı. XX. yüzyılın ikinci yarısındaysa, optik ya da elektromagnetik uzaklık ölçme aygıtını teodolitle birleştiren yeni aygıtlar ortaya çıktı. Ama son yıllarda, hızlı ve ekonomik olması nedeniyle, genellikle havadan ölçme yöntemi kullanılmaktadır (Bk. HAVA FOTOĞRAFÇILIĞI).

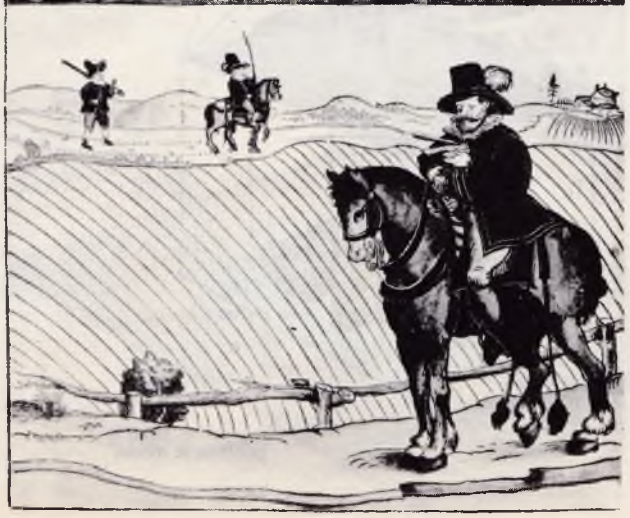
Yerin düz olmaması ve fotoğraf makinasının yere tam dik olarak yönlendirilememesi nedeniyle, hava fotoğrafı, harita yapımında doğrudan kullanılamaz; çünkü engebeler ve makinanın eğik tutulması, ölçek değişikliklerine yolaçar. Bu sorunu çözmek için genellikle, WİLD FOTOGRAMETRİ AYGITI gibi, çifte harita çıkarma araçları kullanılır. Fotoğraf çiftleri, denetim verilerine uygun Wild fotogrametri aygıtına yerleştirilerek, iki değişik çekim sırasında uzaydaki durum ve konumlar yeniden elde edilir. Bundan sonra, aygıt içinde, yerin üç boyutlu bir «modeli» yaratılabilir. Planimetrik ayrıntılar (yer şekillerinin konum ve uzaklıkları), düzey çizgileri ve nokta yükseltileri bu modelden çıkarılır. «Model», iki fotoğraf görüntüsünün keşismesiyle oluşur.

Temel haritacılıkta, harita yapımcısının görevi, topografların elde ettiği bütün bilgileri, en açık ve anlaşılır biçimde göstermektir. Büyük ölçekli (1:500-1:10 000 arası) temel haritacılıkta, konumların doğru olarak belirlenmesi birinci derecede önem taşır, genelleştirme pek yapılmaz.

Harita basımı: Çizim bürolarında tek renkli temel harita yapımında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri, plastik tabakalar üstüne çizmektir. Topografların çıkarttığı şekil, bir fotoğraf işlemiyle, yarısaydam balmumuyla kaplı plastik tabaka üstüne basılır. Teknik ressam, balmumu tabakayı topografın yaptığı çizime göre keserek, hatları açıkça belirlenmiş bir plastik çerçeve ortaya çıkarır. Bu işlemle üretilen negatif biçimden, fotograf yoluyla, başka bir film ya da kağıt üstüne aynı boyda pozitif alınır. Ad ve simgeler haritaya, genellikle bu aşamada eklenir. Bunlar, pozitif filme yapıştırılan çok ince şeritler üstüne basılır. Ofset basım yapmak için, gene fotoğraf yöntemiyle, bir taşbaskı kalıp hazırlanır (Bk. LİTOGRAFİ).

Haritaların çoğaltılmasında çizim ve fotoğraf işlemlerinin bir arada kullanılması, hızlılık ve nitelik bakımından, XIX. yüzyıl başlarında kullanılan bakır





Eski bir almanca kitaptan alınma bu resimde bir topograf görülmektedir. (solda) Yerölçümleri, nirengilemeye dayanır. Fransa, bu yöntemle haritası yapılan ilk ülkedir. Fransa haritası, 39 yıl süren çalışmalardan sonra, 1783'te tamamlanmıştır. Bir harita üstündeki bilgilerin sayıya dökülmesi, yani bu bilginin bilgisayara verilebilecek bir dizi sayısal koordinata dönüştürülmesi. (altta solda) Sürgünün konumu, elektromagnetik olarak saptanır ve şekiller, sürgü üstündeki düğmelerle kodlanır. Basılmış haritanın, bir bilgisayar ekranında denetlenmesi. (altta sağda)

plakalara uygulanan metal oyma yönteminden (Bk. METAL OYMA VE ASİTLE YAKMA) çok daha iyi sonuçlar verir. Söz konusu eski yöntemde, topografın yaptığı çizimin elle kopyası çıkarılır ve bu kopya, balmumuyla kaplı bakır plakaya aktarılırdı. Daha sonra klişeci, bakırı, çizgilere göre keserdi. Dış hatları, adları, simgeleri ve *taramaları* (haritayı gölgelemek için kullanılan çizgiler) da içeren ayrıntı çizimleri, hep bu biçimde oyulurdu. Oyulmuş çizgiler üstüne mürekkep sürülüp, üstte kalan kesimler temizlendikten sonra, izler kağıda çıkarılırdı. Düzeltmeler, bakır klişedeki yanlışlar çekiçle düzeltilerek ve yeni oyma yapılarak gerçekleştirilirdi.

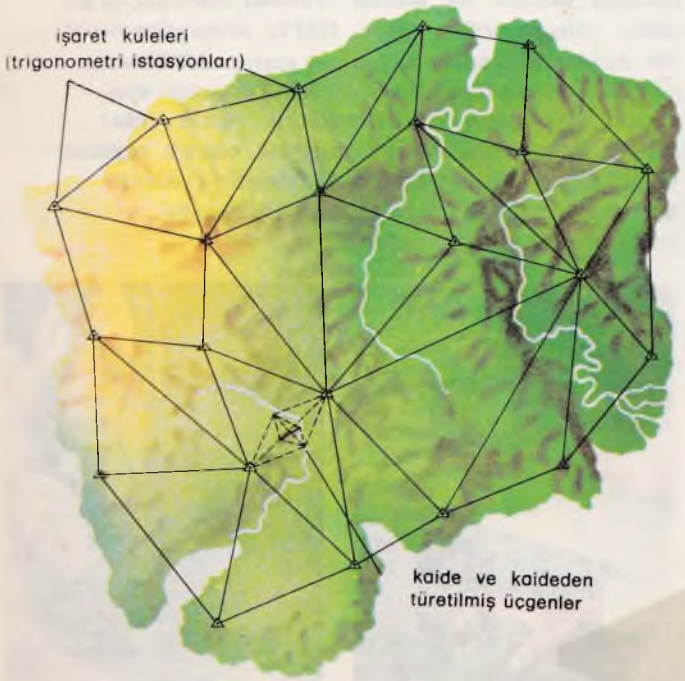
Gelişmiş ülkelerde, harita değişiklikleri, belirli aralıklarla yer şekillerindeki değişmeleri izlemekle görevli topograflardan gelen yeni bilgilere göre yapılır. Yeni bilgilerin, haritanın bütününü yeniden çizmeyi gerektirmeden eklenmesine özen gösterilir; çünkü yeniden çizim, haritanın doğruluk derecesini azaltır. Bu yüzden, fotoğraf yöntemleriyle, eski ve yeni haritalardan bir bileşim elde edilir.

Türetme haritacılık: Küçük ölçekli türetme haritalar, ya temel haritadan doğrudan doğruya ya da başka türetme haritalardan yapılır. Bu konuda harita tasarımcısına büyük iş düşer; çünkü genellikle, küçük ölçekle gösterme amacıyla ayrıntılar arasında seçim yapması ve bazı ayrıntıların büyüklüğünü abartarak, istenen noktalara önem kazandırması gerekir. Küçük ölçekli haritalarda, ayrıntıların birbirine yakınlığı yüzünden, bir tür yapıyı bir başkasından ayırmak için renkleri kullanmak, sözgelimi ana yolları kırmızı, suları mavi, ormanları yeşille göstermek, günümüzde sık başvurulan bir yöntemdir.

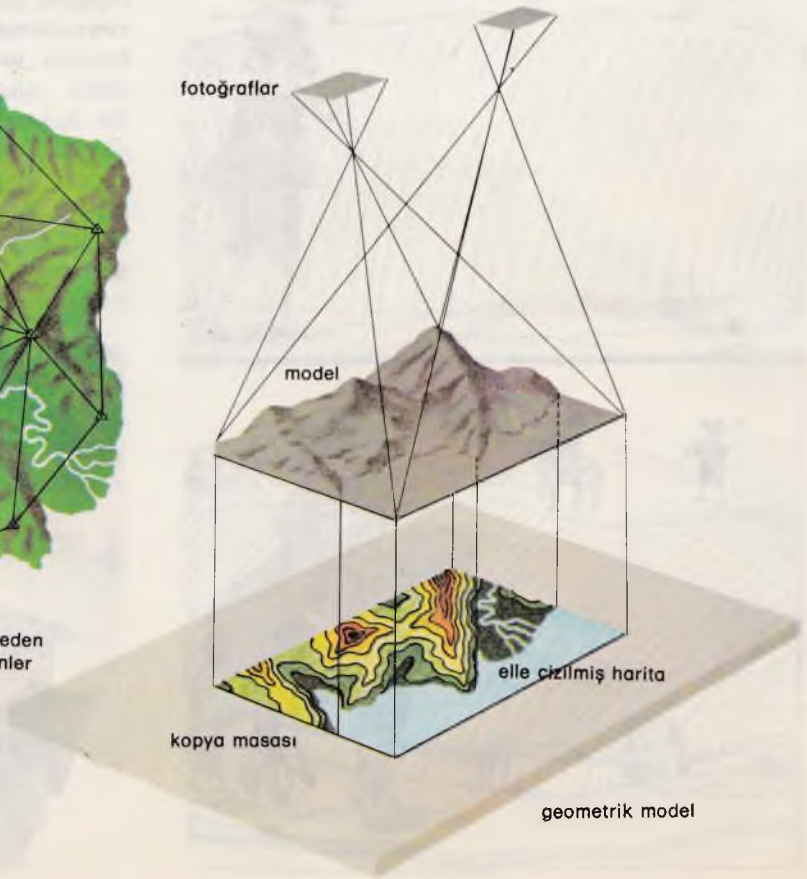
Bir temel haritadan, daha küçük ölçekli bir harita türetmede kullanılan başka bir yöntem de şudur: Temel haritanın ya kendi ölçeğinde ya da kendisinden daha küçük, ama yapılacak türetme haritadan daha büyük ölçekli bir kopyası, mavi renkte (fotoğrafta gözükmeyecek renkte) yapılır. Türetme haritada yeralacak şekiller seçilir, genelleştirilir ve mavi baskı üstüne siyahla çizilir. Sonra fotoğrafı çekilerek, istenen ölçeğe küçültülür. Küçültülmüş çizimin (renk sayısına bağlı olarak) birçok ozalit kopyası alınır ve her renk için, siyahla ayrı bir çizim yapılır.

Daha sonra, her renk için bir baskı klişesi hazırlanır; baskıdan sonra bütün renkler, doğru yerlerini alır. Her renk ayrı basılır, ama çizgi ya da noktalamayla bir rengin birçok tonunu elde etme ola-

Nirengileme yöntemiyle bir alan, temel üçgen takımından türetilen bir dizi üçgenle ölçülür. (altta solda) Denetim için de, ikinci bir üçgen takımı kullanılır. Altta sağdaki çizimde, haritanın çizilmesinde temel alınan «geometrik model» oluşturma amacıyla, havadan çekilmiş fotoğraf çiftleriyle harita çizimi görülmektedir.



bir adanın nirengilenmesi



geometrik model

nağı da vardır. XIX. yüzyılda genellikle taramalarla gösterilen engebeler, günümüzde tepe gölgeleri ya da tabaka renkleriyle zenginleştirilebilen düzey çizgileriyle gösterilir. Bu yöntem kullanıldığı zaman, düzey çizgileri arasındaki boşluklar, en alçak düzey için yeşil, daha sonra da kahverengiye doğru koyulaşan renk tonlarıyla doldurulur.

Deniz haritalarına «*hidrografya haritası*» denir. Bu haritalar kıyı çizgilerini, kıyılardaki yeryüzü şekillerini, deniz fenerlerini ve işaretlerini, derinlikleri ve sualtı düzey çizgilerini gösterir. Kıyı bölgelerinde, deniz yatağının değişken niteliği yüzünden, yeni bilgiler büyük önem taşır ve sık sık düzeltme yapmak gerekir.

Bilgisayarla çizim: Haritacılıkta BİLGİSAYARLAR'dan ve otomatik çizim makinalarından yararlanma konusu üstünde, 1960'lardan bu yana yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Sınıflandırılmış ve kodlanmış bilgi içeren bilgisayara dayalı topografya bilgileri bankası, coğrafya atlası yapımcılarına ve topografya harita dizilerinden sorumlu kişilere çok yararlı olacaktır. Harita şekillerini simgeleyen çizgiler, magnetik bant üstüne sayısal biçimde kodlanarak depolanabilir. Sözgelimi, bir düz çizgi, iki ucun harita koordinatlarıyla gösterilebilir. Eğri çizgiler de, aynı türden bir dizi koordinatla saptanabilir.

Deneyler, büyük ölçekli haritalar üstünde yeralan bilginin, sayısal biçimde depolanıp, çok hızlı çizim makinalarıyla otomatik olarak çizilebileceğini göstermiştir. Aynı bilgilerden yararlanılarak, belirli bölümlerin daha küçük ölçekli haritaları da otomatik olarak çizilebilir. Ne var ki, küçük ölçekli haritalar için gerekli genellemeler (sözgelimi yolların genişletilmesi, şekillerin yalınlaştırılması) ve bu değişikliklere uygun olarak yanlardaki şekillerin düzeltilmesi, ortaya programlama güçlükleri çıkarır.

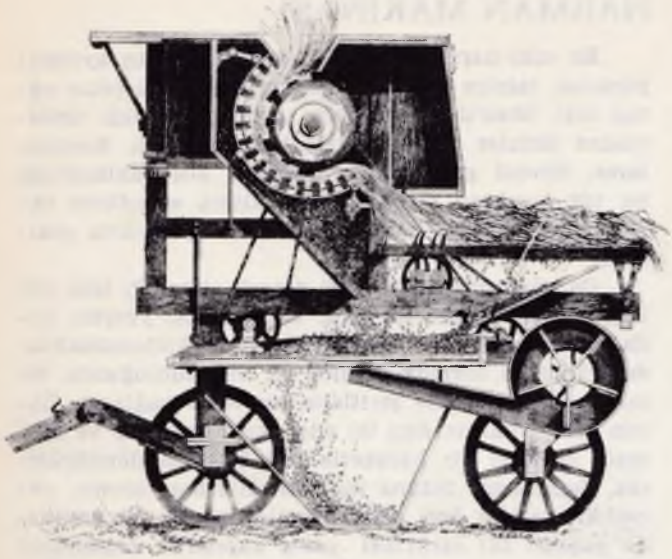
HARMAN MAKİNASI

En eski harman (ekin tanelerini saptan ayırma) yöntemi, tahılın sopalarla dövülmesiydi. Bu çetin uğraş eski Mısır'da, demetlerin toprağa yayılıp, üstlerinden öküzler geçirilmesiyle kolaylaştırıldı. Romalılarsa, döveni geliştirdiler. Önceleri altı çakmaktaşlı bir tür kızaktan oluşan, sonra altına silindirler eklenen dövenin bu her iki türü de hayvanlarla çekilirdi.

Bu yöntemlerin hiç biri yeterli olmadığı için Ortaçağ'da dibek ortaya çıktı. Dibek XIX. yüzyıla kadar kullanıldı (bazı bölgelerde hâlâ kullanılmaktadır). Dibekte *tokmak* denilen 75 cm uzunluğunda bir tahta kütük, kösele şeritlerle bir sapa bağlanır. Eklem yeri oynaktır. Sap iki elle sıkıca kavranır ve tokmak, dairesel bir hareketle baş üstünde döndürülerek, demetlerin üstüne indirilir. Harman dövme, genellikle tabanı özel olarak sertleştirilmiş bir ambarda yapılır. İki taraftaki geniş kapıların arasındaki hava akımı da, doğal bir savurma bölgesi oluşturur.

Tınaz: Harman dövmeyle ilişkili bir başka işlem de, tanelerin samandan ayrıldığı tınaz işlemidir. Önceleri bu işlem, tahılın kürekle havaya savrulması ve samanın rüzgarla ayrılması yoluyla yapılıyordu. Hafif olan taneler uzağa, ağır olanlar ise yakına düşüyordu. Bir başka yöntemde de bir savurma yelpazesi kullanılmaktaydı. Bu, iki saplı büyük bir sepetti ve iki yana sallanılmasıyla ağır taneler ile saman yüzeye çıkarılıyor, sonra da saman savruluyordu. 1770'lere varıldığında bir dizi elekten ve rüzgar yapmaya

Japonya'da dizel motorlu modern bir harman makinası. (altta) Çok işçilik gerektiren bu makina, biçerdöver kadar hızlı değildir.



Garrett'in 1851'de geliştirdiği harman makinası. (üstte) Ekin üstten verilmekte, taneler, tokmakların hızla dönen tambur üstündeki hareketiyle ayrılmaktaydı. Taneler alttaki eleğe düşmekte, saman da, sağdaki yelpazeleme sistemiyle savrulmaktaydı.

İngiltere'de, 1941 yılında, traktörün motor gücünden yararlanılarak yulaf harmanı yapılması. (altta)

yarayan kanatlardan oluşan makinalar yapıldı.

Harman makinaları: Bazı ülkelerde harman ve tınaz işlemleri için hâlâ bu yöntemlerin kullanılmasına karşılık, gelişmiş ülkelerde biçme, demetleme, harmanlama ve tınaz işlemlerini bir arada yapan BİÇERDÖVERLER'den yararlanılmaktadır. Bir biçerdöver, saatte 8-15 ton arası tahıl işler. Bu miktar, biçme alanının genişliğine ve başka etkenlere bağlı olarak değişir. Aynı işi bir kişi bir dibekle yapmaya kalktığında, yalnızca harman işlemi olarak, günde ancak 160 kg üretir.

Harman yapmak, büyük emek ve kuvvet isteyen bir işlemdir. Bu yüzden, endüstri devrimiyle birlikte çeşitli harman makinalarının (ya da *batöz*lerin) geliştirilmiş olması şaşırtıcı değildir. XVIII. yüzyılda tahıl üretiminin artmasıyla, tahıl işleme yöntemlerinin hızlandırılması zorunlu oldu. 1786'da İskoçyalı Andrew Meikle bir harman makinası yaptı. Bu makinada bir tambur ve dört demir tokmak bulunmaktaydı. Tambur, su çarkı aracılığıyla demirden yapılmış içbükey bir yatak içinde döndürülmekteydi. Tokmaklar ile içbükey yatak arasındaki 2,5 cm'lik aralığa, saplar, başakları önde olacak biçimde sürülmekteydi. İki yivli silindir sapları tutarken, tokmaklar, yukarı doğru vurarak taneleri ayırırdı. XVIII. yüzyılın sonlarında bu makinada at gücünden yararlanılmaya başlandı. Ortadaki çark, dört atla döndürülüyor ve hareket, bir mil aracılığıyla, makinaya iletiliyordu.

Modern biçerdöverlerdeki harman mekanizması (ya da ayrı harman makinası) da, tamburlu ve iç-

İlkel yöntemler yavaş ve fırelidir. Resimde (üstte), İran'da bir çift öküzle çekilen tahta döven görülmektedir.

bükey yataklıdır; ama tambur daha açık yapılıdır ve üstünde birkaç disk bulunan bir mille bağlıdır. Disklerin üstünde yeralan dört ya da altı tokmak, yivlidir. İçbükey yatak, hem yapı olarak oldukça açıktır, hem de üstünde, tanelerin sürtüneceği kabartılar bulunur. Taneler bu kabartılar arasından elenerek biraz samanla birlikte aşağı iner. Saman, arka taraftaki ayırıcı tokmakla işlenir. İçbükey yatak ile tambur arasındaki aralık, tahılın cinsine göre ayarlanabilir; çünkü bazı tahıllar ağır, bazılarıysa hafif harmanlama gerektirir. Tamburun hızı da, tahıla bağlı olarak, dakikada 800 - 1 400 tur arasında değişebilir.

HARMONİUM

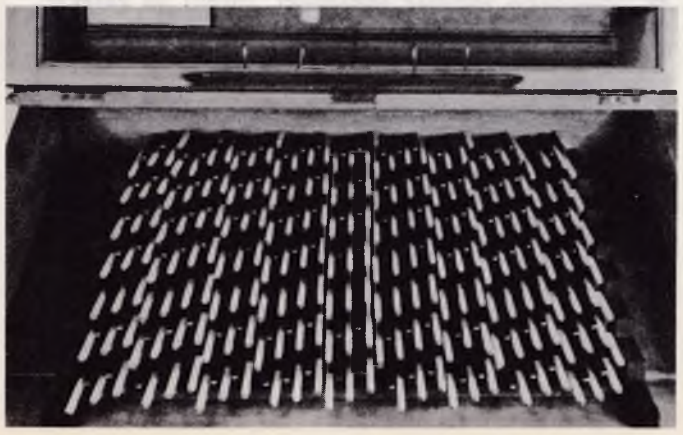
XVIII. yüzyılda Avrupalı bilim adamları, rum ateşi, barut tozu gibi buluşların kökenini araştırırken, eski kültürler üstünde çalışmaya başladılar. Bu eski buluşlar arasında «*şeng*» adı verilen eski bir Çin çalgısı da yeralmaktaydı. Şeng, serbest dilli ve nefesli bir çalgıydı. Dillerin perdesi, hava sütunları yerine, kendi boyutlarıyla belirleniyordu (oysa, borulu orgun değişik boylarda hava sütunları vardır ve klarnet ya da obua gibi çalgılarda, tuşlara basılarak uzunluğu değiştirilen hava sütunları içinde, iki ucundan tutturulmuş diller bulunur). Serbest dille ilgili araştırmalar, XIX. yüzyılın ilk yıllarında, aralarında AKORDEON, AĞIZ ARMONİKASI ve harmonium da bulunan birçok çalgının geliştirilmesine yolaçtı.

Harmonium, (ya da *armonyum)* küçük ve klavyeli bir çalgıdır. Ayak pedalıyla yönetilen körük, bir depoya hava doldurur. Tuşlardan birine basılınca depodan çıkan hava, uygun dile akar ve böylece sesler oluşur.

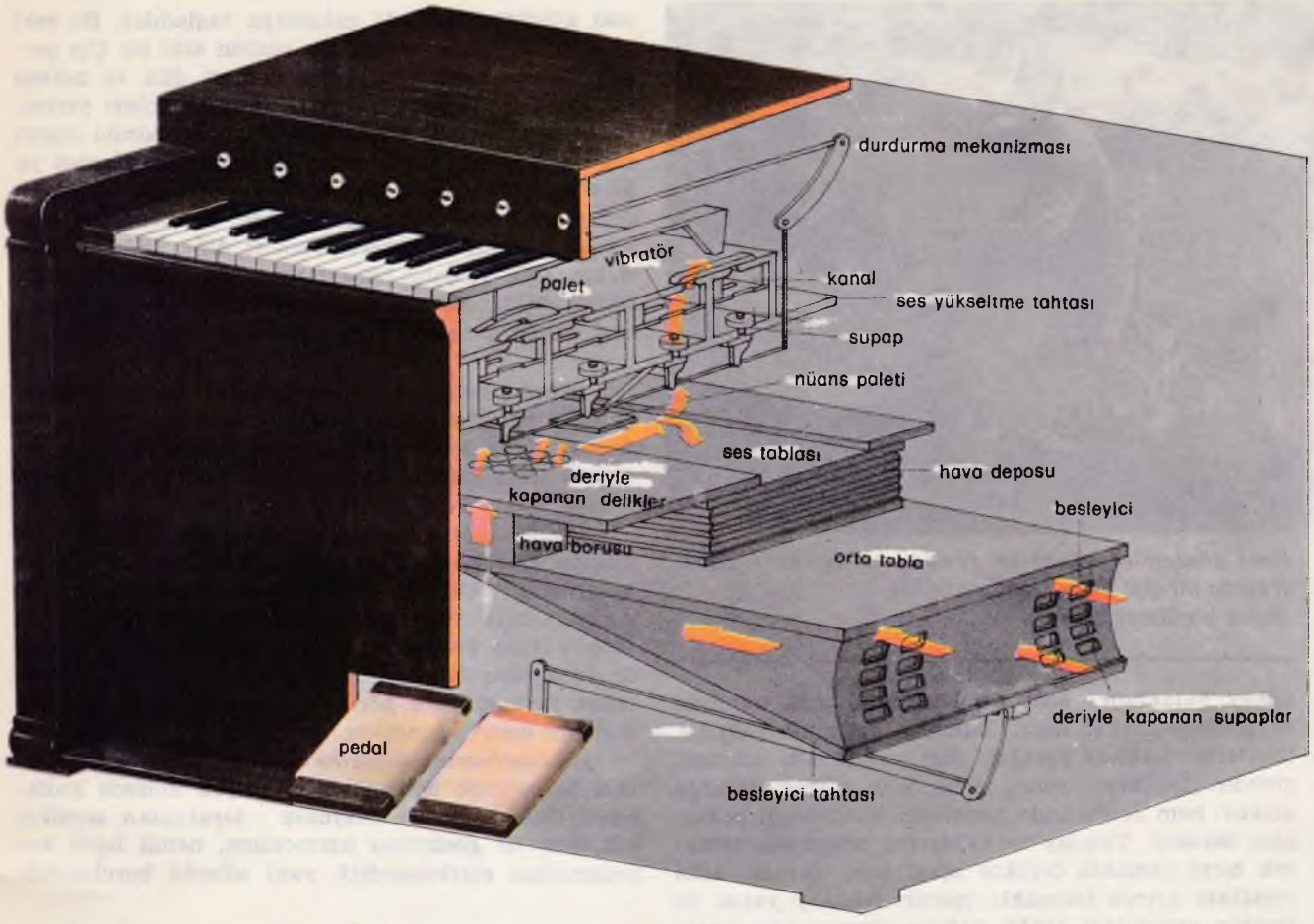
Günümüzde bilindiği biçimiyle harmonium, 1840 yılında Alexander Debain adlı bir Fransız tarafından geliştirildi. Çalgının «*Amerikan orgu*» adı verilen Amerika'daki uyarlaması, Amerikan İç savaşından (1860 - 1865) kısa süre önce geliştirilmişti. Amerika'da ve Avrupa'da geliştirilen harmoniumlar arasındaki temel fark, birinde körüğün havayı içine çekmesi, ötekinde dışarı vermesidir.

Harmoniumun Amerika'daki uyarlaması, kıtanın batı bölgelerine de taşındı ve birçok kilisede kullanıldı. Göçmenler ve misyoner tarafından tropikal bölgelere de götürülen harmonium, nemli hava koşullarından etkilenmediği, yani akordu bozulmadığı

Bu değişik harmonium 1872 - 1873 yıllarında Londra'da yapıldı. (altta) Oktavı, standart on iki aralık yerine, daha kusursuz bir müzikalite sağlayacak biçimde, elli üç eşit aralığa bölünmüştür.



XIX. yüzyıldan kalma İngiliz yapısı bir harmonium. (altta)



Bir harmoniumun kesiti. (üstte) Pedallara basıldığında, hava, besleyiciler ve hava borusu yoluyla hava deposunun içine çekilir.

için, piyanodan üstündü. Çek besteci Anton Dvorak (1841 - 1905), harmonium ve yaylı sazlar üçlüsü için bir dizi *bagatelle* bestelemiştir.

HAVAALANI

Havaalanları ilk zamanlar, çevre sorunları hiç dikkate alınmadan, yerleşme bölgelerinin ve büyük kentlerin yakınında bulunan geniş alanlara yapılırdı. O günlerde, sivil havacılığın bu kadar kısa sürede gelişeceği ve bu gelişmeye paralel olarak, havaalanları ile yolcu ve kargo servislerinin karmaşık bir hal alacağı düşünülmüyordu. Günümüzdeyse, kentlerin sürekli büyümesi ve hava taşımacılığının her geçen gün gelişmesi nedeniyle, havaalanlarının yapımında, çevresel sorunların, havacılık sorunlarıyla birlikte düşünülüp tasarlanması gerekmektedir.

Büyük bir havaalanının, kent merkezine kara ve demiryolu bağlantılarının bulunması gerekir. Yolcular, otomobillerini, uçağa binecekleri çıkışa yakın bir park yerine bırakabilmelidirler. Hiç bir yolcu otomobilini, terminal binasının uzağındaki otoparka bırakıp, elinde bagajlarla kar, yağmur altında yürümekten hoşlanmaz.

Havayolu şirketleri, havaalanı işletmesi, gümrük memurları gibi örgütler, uçağa binecek yolcular için bilet satış ve denetim gişeleri, bagaj gişeleri ile uluslararası uçuşlar için pasaport denetim noktaları, büfeler ve gümrüksüz satış yapan (duty-free) mağazalar gibi hizmetleri sağlamak zorundadırlar. Bir uçaktan inen yolcu, aktarma yapacağı başka bir uçağa hemen binmek ya da terminal binasından en kısa zamanda ayrılmak ister. Yolcular, aktarma yapacakları uçaklara gitmek için, uzun yollar yürümek ve bagajlarını taşımak istemezler. Bütün bu gereksinimlerin, gelen ve giden yolcular arasında herhangi bir kargaşalığa yolaçmadan yerine getirilmesi zorunludur.

Kentten havaalanına ya da havaalanından kente trenle gidecek yolcular da, benzer kolaylıklardan yararlanmak isterler. Havaalanları ile kentler arasında çalışan trenlerin, bekleme salonlarının yakınına kadar gidebilenleri en elverişlileridir. Bu sağlanamazsa, küçük bir trenin havaalanı içinde, değişik havayolu işletmeleri arasında çalışması uygun olur.

Havaalanı planı çizen mühendisler, yolcu gereksinimlerinin yanı sıra, havayolu işletmelerinin gereksinimlerini de düşünmek zorundadırlar. Sözgelimi,

Londra'nın Heathrow havaalanı gibi büyük havalimanlarında, yolcu ve bagajlarla ilgilenme, uçakların bakım ve ikmalleri ile hava trafik denetimi gibi çeşitli hizmetlerde yaklaşık 50 000 personel çalışmaktadır. Bu personel her gün, alandan kente, kentten de alana gelip, gider. Bunların da, hem kendi araçlarını bırakacak park yerlerine, hem de servis arabaları için özel kapılara gereksinimleri vardır.

Havaalanında uçaklar da büyük alanlar kaplar. Büyük jet yolcu uçakları için, yaklaşık 3 - 4 km uzunluğunda ve 45 - 50 m genişliğinde beton uçuş pistleri gerekmektedir. Uçuş pistlerinin, rüzgar yönlerine göre iki tane olması, ayrıca uçakların, terminalden pist başına ve inişten sonra terminale en kısa yoldan gitmesini sağlayacak ara yolların (taksirutlar) bulunması istenir.

Bir jet yolcu uçağının park edebileceği normal bir alan, 90 m genişliğinde olmalıdır. Hava trafiğinin yoğun olduğu saatlerde, büyük bir havaalanının park yerinde yaklaşık 50 uçak bulunabilir. Bu uçakların park etmeleri içinse, yaklaşık 4-5 km uzunluğunda bir alan gerekir. Ayrıca 350 koltuklu bir uçağın havaalanına yaklaşık 100 araç çekeceği düşünülürse, 5-6 uçağın yolcu aldığı ya da getirdiği bir havaalanı için 500-600 araçlık bir otopark alanının yapılmasının zorunlu olduğu ortaya çıkar.

Modern havaalanlarında, uçakların gece kalmaları ve bakımlarının yapılması için de geniş alanlara gereksinim vardır. Günümüzde yolcu uçaklarının bakım ve onarımları kısa sürede, uçak parktayken yapılabilmektedir.

Uçakların, uçuştan önce ya da sonra yerde bekleme sürelerini kısaltma amacıyla, denetimin çok kısa sürede tamamlanması zorunludur. Varış noktasına gelmiş bir uçaktan yolcuların inmesi, kargo ile bagajların boşaltılması, yakıt ile yolcu ikram malzemelerinin ikmali, uçağın temizlenmesi ve gidecek yolcuların binip bagajlarının yüklenmesi için geçecek süre, bazı havayolu işletmelerince yirmi dakikaya kadar düşürülebilmektedir. Ancak, herhangi bir karışıklığa ya da yangına yolaçmamak için, bütün bu hazırlıkların belirli bir plana göre gerçekleştirilmesi zorunludur.

Söz konusu gereksinimlerin yanı sıra, havaalanı planlarının, yeni terminal ve servis binalarının, çalışmaların aksatılmadan yapılmasına izin verecek biçimde olması istenir.

Günümüzün yolcu uçakları, inişlerini çoğunlukla İLS sistemiyle (aygıtlı iniş sistemi) yaparlar. Havaalanında bulunan İLS donanımı, alana yaklaşan uçaklara, baş (uçuş yönü) ve süzülüş açısı sağlar (Bk. HAVACILIK ELEKTRONİĞİ). Bu sistemde uçak, alandan 8-10 km uzaklıkta aldığı bilgilere göre pistle aynı hizada uçar ve inişe kadar kılavuz, sinyalleri izler. Günümüzün havacılığında bu yöntemler, her geçen gün daha da geliştirilmekte ve tam otomatik hale getirilmektedir. Artık uçakların çoğu, hiç bir pilot denetimine gerek kalmadan son yaklaşmayı ve inişi, otomatik olarak yapabilmektedir. Ne var ki, otoma-

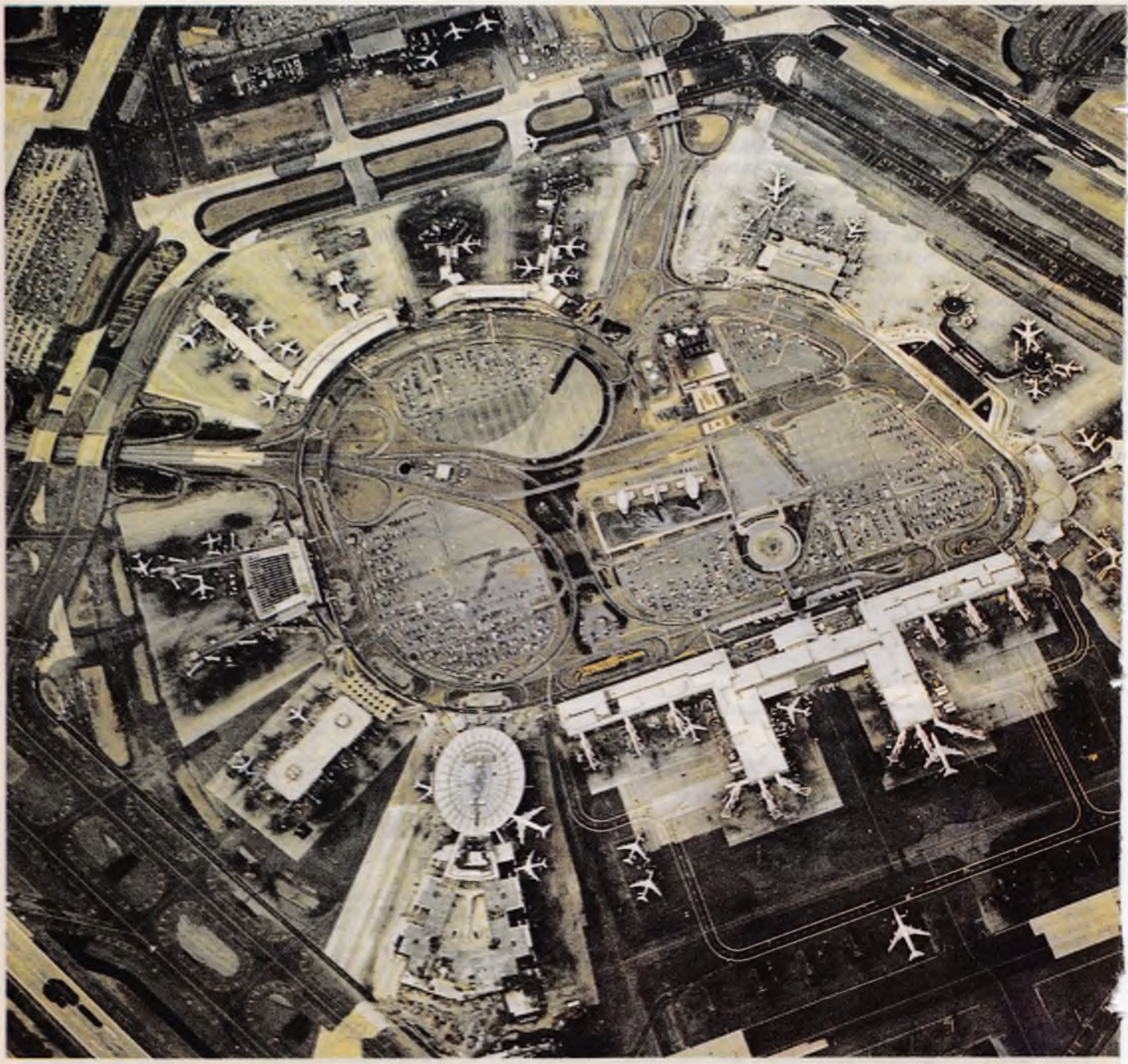
Heathrow havaalanının gece çekilmiş olan bu resminde (altta), park yerleri ile yolcu salonları görülmektedir.

tik iniş, ancak havaalanlarında bulundurulan yeni donanımla gerçekleştirilebilir. İLS sistemi, başlangıçta yalnızca kötü hava koşullarında kullanma amacıyla yapılmıştı. Ama günümüzde, büyük havaalanlarında sürekli olarak kullanılmaktadır (Bk. HAVA TRAFİK DENETİMİ).

RADAR, İLS sisteminin en değerli yardımcısıdır. Havaalanlarında bulunan gözetleme radarları, alan çevresindeki birkaç yüz kilometre karelik bölgeyi sürekli olarak tarar. Alana yaklaşan bir uçak, radar ekranında parlak, ışıklı bir nokta olarak görülür. Bu nokta, hava trafik denetim elemanının, uçağı İLS sistemine yaklaştırmasını sağlar.

Trafiği yoğun olmayan havaalanlarında ise, iniş yardımcısı olarak VOR (VHF Omni Range: Çok yüksek frekanslı omni menzil) sistemi kullanılır. VOR sistemi, yaklaşan uçağı yalnızca yaklaşma bilgisi verdiği için, İLS kadar yetkin değildir.

Havaalanlarında, görüntülü iniş yardımcıları da hâlâ önemlerini korumaktadır. Gece gündüz çalışan alçalış göstergesi, İLS sisteminin yerine kullanılabilen bir donanım değildir. Bu sistemde, pistin iki ya-



nında yeralan kırmızı ve beyaz ışıklı çubuklar, özel açıyla yerleştirilerek, pilotun, süzülüş hattının altına indiğinde kırmızı, üstüne çıktığında beyaz, tam üstünde olduğunda ise hem kırmızı, hem beyaz ışıkları görmesi sağlanır. Pistin iniş noktasının iki yanında da bulunan söz konusu ışıklar, pilotun bulunduğu yeri kolayca anlamasını olanaklı kılar.

Uçağın piste yaklaşması, üstünde beyaz bir merkez çizgisi ile buna dikey beş beyaz küçük çizgi bulunan ve yaklaşmayla gittikçe daralan *Calvert* yaklaşma ışığıyla belirtilmektedir.

Pistin üstünde ayrıca, iniş yerinin belirlenmesi için, tam ortada beyaz ışıklardan (gündüz için beyaz kesik çizgiler) oluşan bir çizgi bulunur. Pistin sonunda merkez çizgisi kırmızıdır. Pistin iki kenarı da, beyaz ışıklarla işaretlenmiştir. Yeni yapılan ara yollarda, daha önce kullanılan mavi kenarlı ışık hatlarının yerine, yeşil orta çizgi bulunmaktadır.

Pist üstünde bulunan ışıklar, iniş yapan uçakların ağırlığını (yaklaşık 300 ton) çekecek biçimde yapılır ve uçak için hiç bir engel oluşturmaz. Bunlar, 13 mm'lik bir aralıktan ışıyan, yaklaşık 200 W gü-

New York'un John F. Kennedy havaalanının havadan görünümü. (solda) Sağda görülen bölüm TWA terminalidir.

1

Kent merkezinde bulunan bir terminal binasında yolcu, alana gitmeden önce tüm işlemlerini bitirebilmektedir. Resimde, Frankfurt'taki terminal binası görülmektedir. (Resim 1)

2

Uçak yolcularının aranması, önemi her geçen gün biraz daha artan bir konu olmaktadır. Resimde, Kopenhag havaalanında güvenlik denetimi için metal bulucudan geçen bir yolcu görülmektedir. (Resim 2)

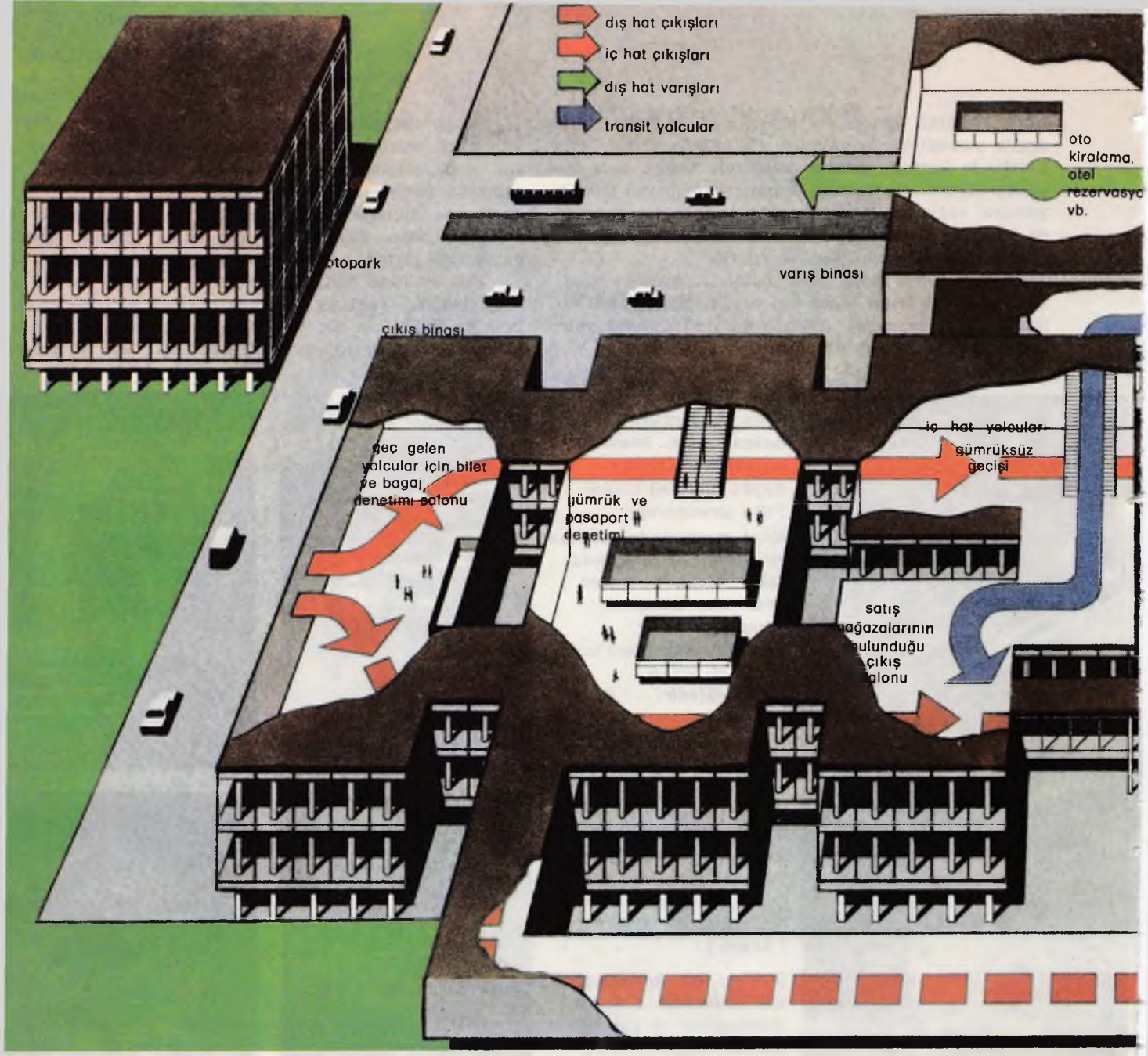
3

Modern bir havaalanı ışıklandırması oldukça karmaşıktır ve çok büyük alanları kapsar. (Resim 3) Bu ışıklandırma sistemlerinin çok dikkatli kullanılıp, bakılması gerekmektedir.

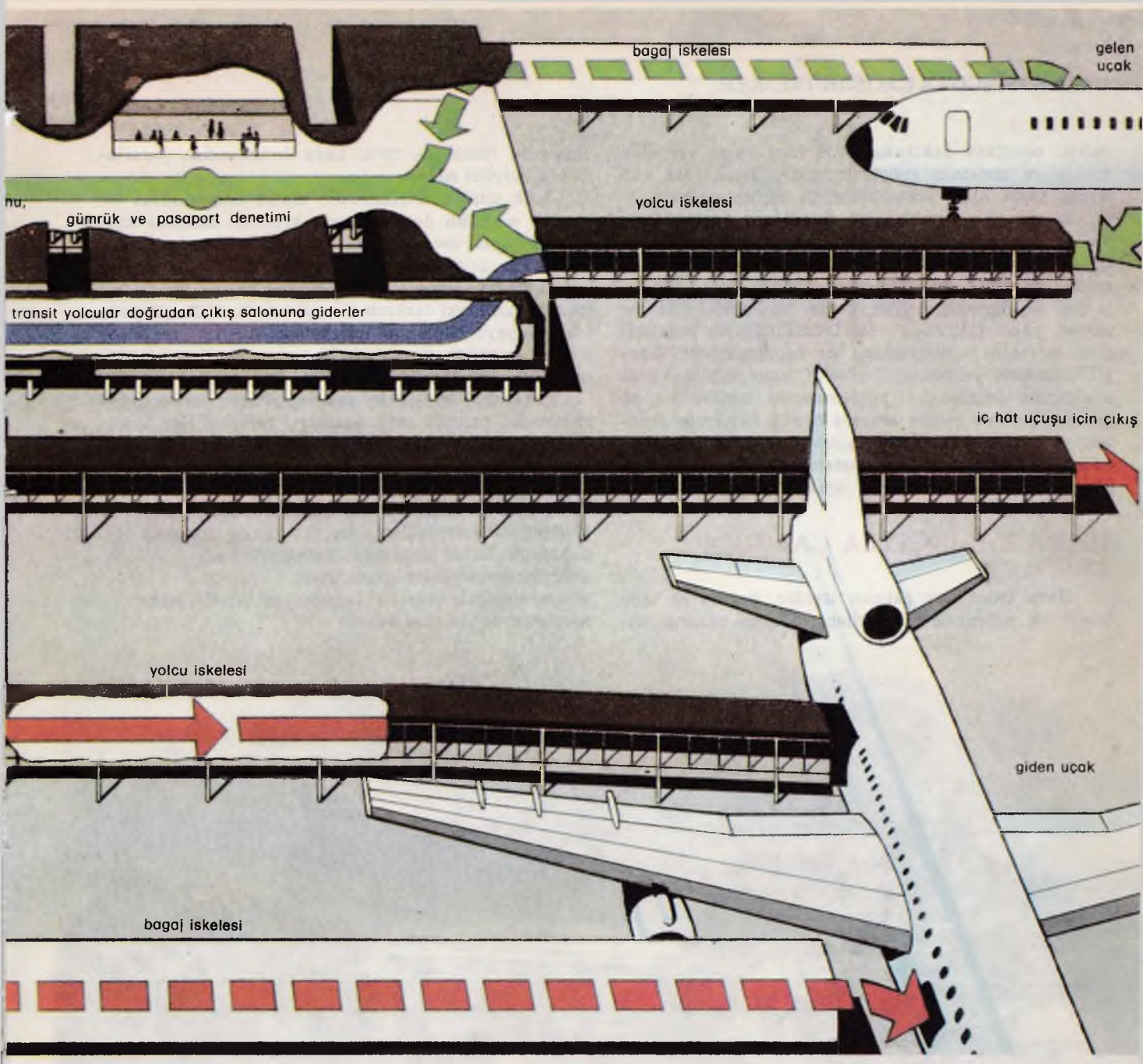
4

Köln havaalanından bir gece görüntüsü. Resim 4) Uçak bakımı gece gündüz sürdürülür.

Bütün önlemlere karşın, havaalanlarında kazalar olabilmektedir. (sağda) Uçak yangınlarında, yangının, jet yakıtının ateş alıp, denetimden çıkmasına izin vermeden söndürülmesi büyük önem taşır.



Modern bir havaalanı. (üstte) Bina içindeki yolların, giden ve gelen yolcuların karışmaması, pasaport ve bilet denetiminde karışıklığa neden olmaması için, çok dikkatle planlanıp yapılması gerekir. Her yolcu, uçağa binmeden önce ve indikten sonra belirli aşamalardan geçmelidir. Ayrıca planlar, yeni bir yapı ya da genişletme çalışması sırasında, öteki işlerin aksamasına yolaçmayacak biçimde yapılmalıdır. Terminallerin geniş olması istenmekte, ama genişlik, yolcuların, bir yerden ötekine gitmek için uzun süre yürümelerine yolaçmaktadır. Yeni havaalanlarında yolcuların yorulmamaları için, yürüyen merdivenler ve yürüyen yollar yapılmaktadır. İlk yapılan havaalanlarında organizasyon yetersizdi. 1946'da çekilmiş olan bu resim (solda), Londra'nın Heathrow havaalanındaki yolcu çadırlarını göstermektedir.



cünde tungsten-halojen ampulleridir.

Kalkış ve iniş pistlerinin, taş ve uçak parçası gibi yabancı maddelerden arındırılmış olması gerekir. Uçak tekerleklerinde patlamalara neden olabilecek bu gibi maddeler, güçlü vakum temizleyicilerle sık sık temizlenir. Temizleme aygıtları, günün aşağı yukarı her saatinde çalıştırılır.

Pistlerin ve ara yolların kardan temizlenmesiyse, fırçalı ve püskürtücülü kar makinalarıyla yapılır. Bu tür temizleme makinalarının sayıları, havaalanının bulunduğu bölgeye yağan karın miktarına göre ayarlanır. Karın bazı yıllar hafif yağdığı, bazı yıllarda ise 2 m yüksekliği bulduğu Kuzey Avrupa ülkelerinde, bu tür donanımlara büyük görevler düşer.

Havaalanlarında en az kullanılan aygıtlar, yangın, kaza ve kurtarma araçlarıdır. Büyük yolcu uçaklarının ortaya çıkması, köpük gibi yangın söndürme maddeleri ile yangın araçlarında büyük bir artışı gerekli kılmıştır. Uçak yangınlarında, yolcu ve uçuş ekiplerinin kurtarılması için, çok büyük miktarda yangın söndürme maddesinin kısa sürede püskürtülmesi gerekir.

Her havaalanında, içlerinde kesiciler, oksijen aygıtları, merdivenler ve baltalar gibi çeşitli kurtarma donanımının bulunduğu kurtarma araçları, bir kaza anında hemen yetişebilmek için, sürekli olarak alarmda bekler.

Uçakların park ettiği alanlarda görülen en önemli kurtarma donatımlarından biri de, ağırlığı 750 tona kadar olan bütün uçakları çekip itebilen, çekici araçlardır. Havaalanlarında sık sık raslanılan bir başka araç da, yaklaşık 90 000 litrelik yakıt taşıyabilen yakıt tankeridir. Bir Boeing 747 uçağı, bunun iki katı yakıt aldığından, büyük havaalanlarının uçak park alanlarına, yeraltı yakıt tanklarına uzanan yeraltı boruları döşenmektedir. Bu yeraltı ikmal siste-

miyle, uçaklara dakikada 2 250 litre yakıt verilebilmekte ve sistemin geliştirilmesiyle, bunun iki katı kadar yakıt akışı sağlanabileceği söylenmektedir.

Kargo için gerekli yeri, havaalanı örgütü, servis ve donanımı ise, havayolu işletmeleri sağlamaktadır. Günümüzde aşağı yukarı bütün havaalanlarında, standart arabalar kullanılmaktadır. Kargoları yer araçlarından, uçak kargo bölümüne yükleme işlemi, yalın ÇATALLI İSTİFLEYİCİ'lerle yapıldığı gibi, otomatik konveyörlerle de yapılmaktadır. Kargo bölmeleri yerden çok yüksek olan büyük kargo uçaklarına yapılacak yüklemelerde, treyler ya da kamyon üstüne monte edilmiş büyük kaldırma araçları ve çatallı yükleyiciler kullanılır. Kargo taşımacılığında standart taşıma sistemi olan konteynerler, gene bu tür kaldırıcılarla, uçak kargo bölmelerine yerleştirilir.

HAVA BASINCIYLA ÇALIŞAN TRENLER

Hava basıncıyla çalışan trenler, demiryolu tarihinin ilk yıllarında geliştirilen, oldukça başarılı sistemlerdi. Bunlarda tren, hava basıncından yararlanarak hareket ederdi.

1698 yılında İngiltere'de, Wales bölgesindeki bir maden ocağının demiryolunda yelkenli arabalar kullanıldı. Ama gerçek hava basınçlı trenlerde rüzgar gücünden değil, atmosfer basıncı ile bir pompanın oluşturduğu basınç (ya çok yüksek basınç ya da vakum) arasındaki farktan yararlanılırdı. XIX. yüzyılda bir pompaya bağlanan hareketsiz BUHAR MAKİNASI'yla, istenilen basınç farklarını yaratmak olanağı bulundu.

Lokomotif kullanımı yaygınlaştıktan sonra, hava basıncıyla çalışan taşıt araçları, yeniden ilgi uyandırmaya başladı. Demiryolculukla yakından ilgilenen

Londra'da hava basıncıyla çalışan tren. (altta) Soldaki üstü örtülü yapıda, dev çarklı pompayı çalıştıran buhar makinası bulunmaktaydı. Araç tünele girdikten sonra, giriş platformundaki kapılar kapanır ve tünele hava basılarak, vagon ileri itilirdi.

ve buhar makinası öncülerinden olan İngiliz İsambard Kingdom BRUNEL bile, buharlı lokomotifi, bu alandaki son çözüm olarak görmüyordu. Güney Devon demiryolunda çok masraflı ve verimsiz bir deney yaptı. O dönemin buharlı trenleri, hem kirli ve gürültülüydü, hem de güçleri yetersizdi. Basınçlı sistem, etkili bir güç kaynağından aldığı güçle hareket eden temiz ve sessiz trenlere kavuşma yolunda bir umuttu.

Gelişme: XIX. yüzyılın ilk çeyreğinde hava basıncıyla çalışan birçok yeni taşıt aracı yapıldı. 1826 yılında, Brighton'da John Vallance, 2,4 metre çaplı özel tünelli yeni bir demiryolu denemesine girişti. 46 metreyi saatte 3,3 km hızla 50 saniyede alan bu trenin, etkileyici bulunmasına karşılık, yapımı parasal yönden desteklenmedi. Hava basıncıyla çalışan trenlerin uygulamaya en elverişli olanı, 1839 yılında Samuel Clegg ile Jacob ve Joseph Samuda'nın patentini aldıkları sistemdi. Söz konusu sistemin lokomotifi, tramvay kadardı ve altında bir demir levha bulunurdu. Bu levha, rayların arasında uzanan, üstünde boydan boya yarık açılmış bulunan bir boruya girerdi. Levha, borunun içindeki demir çubuğa bağlanır, çubuğun bir ucunda bir piston, öbür ucundaysa, pistonu dengeleyen ağırlık bulunurdu.

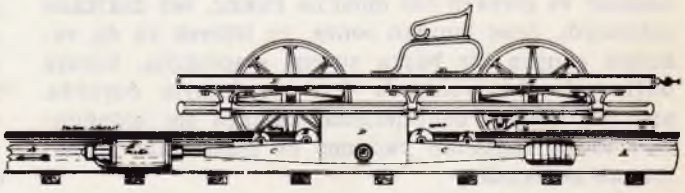
Yarığın balmumu ve yağla yağlanıp, üstüne bir deri parçasının örtülmesiyle, borunun, aracın önünde kalan kesiminin kapalı kalması sağlanırdı. Pistonun bulunduğu bölümdeyse, pistona bağlı makaralar örtüyü kaldırdığından, boruya hava girebilirdi. Borunun içindeki hava boşaltılınca, pistonun önünde vakum oluşur ve arkasındaki havanın basıncı pistonu ileriye ittiğinden, buna bağlı olan araç da ileri giderdi. «Pistonlu taşıt» çekici olarak kullanılır, yolcu taşıyan vagonlar ona bağlanırdı.

Clegg ile Samuda'nın sistemi, ilk kez 1840 yılında Londra'da sergilendi. İki yıl sonra da devletçe sağlanan destekle İrlanda'da, Dublin-Kingston demiryolunun bir bölümüne uygulandı. 1843 yılında denenen bu demiryolu 1844'ten 1854'e kadar yolcu taşımacılığında kullanıldı.

1845 yılında Samuda sistemi, Londra banliyöleri

Brunel'in basınçlı havayla çalışan treni ile çevresindeki hava borularını gösteren resim. (üstte)

Brunel'in Güney Devon'daki demiryolunda kullanılan hava borusunun kesiti. (sağda) Brunel, trenlerin Newton Abbot'un batısındaki sarp bölgelerde 65-80 km'lik hızlar yapmasını bekliyordu. Ama, ortaya çıkan sorunlar yüzünden, sistem, istendiği gibi çalışmadı.



Clegg ile Samuda'nın basınçlı havayla çalışan trenlerinin çalışma mekanizması. (üstte) Pistonun solunda alçak, sağında ise yüksek basınç bulunduğundan, araç hareket eder. Piston, borudaki kapalı supabın önünde yeralır. Supabı taşıyan kol ile bunu dengeleyen öteki uçtaki ağırlık, vagonun altına bağlıdır. Böylece, pistonun boruya olabildiğince az sürtünmesi sağlanır. Metal makaralar (E), supabı açarak pistonun arkasına hava girmesini sağlar.

Tünelde hava yalıtımının vagonla sağlandığı, New York basınçlı hava demiryolu. (solda üstte)

arasında 8 km'lik bir bölüme de uygulandı. Bu sistemde kullanılan boru 38 cm çapındaydı ve iki ucuna pompalar yerleştirilmişti. Bir süre bedava yolcu taşındı. Deneme seferlerinde altı vagonlu tren, saatte 113 km hıza ulaştı. Yolcu taşımacılığında ise, saatte ortalama 64 km yaptı. 1846 yılının Ocak ayında da, ücretli yolcu taşımacılığı başladı. Ama Mayıs 1847'de bölge, başka bir demiryolu yönetiminin sorumluluğuna girince, bu hatta normal buharlı trenlerin çalıştırılmasına karar verildi. Bu yüzden, tasarlanan yeni hatlar açılamadı.

Brunel, sistemin Güney Devon demiryollarında Exeter ile Plymouth arasında kullanılmasını istedi. Burada 57 cm çapında bir boru kullanarak, aracı Batı Devon'un dik bölgelerinde bile saatte 80 km hıza ulaştırabileceğini düşünüyordu. Hava basıncıyla çalışan düzenli tren seferleri, 1847 yılının Eylül ayında, Exeter ile Teignmouth arasındaki 24 km'lik bölgede başladı ve 1848 yılının Ocak ayında buna 8 km'lik bir yol daha eklendi.

Yolun başında trenler vakum borusuna bağlı durmazlardı. Tarifeye göre borunun havası boşaltılmaya başlanır ve gereken 530 mbar'lık basınç, beş dakikada sağlanırdı. Araç bundan sonra, ya itilerek ya da vakumla çalışan bir başka sistem aracılığıyla, boruya bağlanırdı. İstasyonlarda fren yardımıyla dururdu, ama bu işlemin denetlenmesi oldukça zor olduğundan bazen tahtadan yapılmış ek platformlar kullanılması gerekirdi.

İrlanda'daki Dalkey demiryolunda trenler zaman zaman yoldan çıkardı. Bunların hızı çok az olduğundan tampon kullanılmaz, ama önemli bir hasar da olmazdı. Dalkey hattında basınçlı hareket yalnızca bir tek yönde kullanılır, araç geriye, yerçekimi ivmesinin yardımıyla gelirdi. Büyük başarıyla çalışan bu sistem ancak demiryollarında raylar arasındaki açıklığın standartlaştırılması gerektiği zaman kaldırıldı.

Güney Devon demiryolu ise bunun tersine, mekanik arızalardan kurtulamıyordu. Demiryolunun deniz kıyısında olması nedeniyle ek yerleri kolayca paslanıyordu. Sistem bir yıl çalıştıktan sonra, 1848 yılının Eylül ayında buharlı lokomotiflere dönüldü.

En uzun çalışan basınçlı tren hattı, Paris ile St. Germain arasındaki 2,2 km'lik demiryoludur. 1847'den 1860 yılına kadar varlığını koruyan bu hat, birkaç kişinin ölümüyle sonuçlanan bir kazadan sonra kapatılmıştır.

Basınçlı sistem, hafif yüklerin kısa uzaklıklara taşınması için çok elverişliydi. Buna karşılık Londra Croydon hattında olduğu gibi, 1845 yıllarında bile her gün yüzlerce yolcunun taşındığı ağır hizmet koşullarında, istenilen amaç sağlanamıyordu.

HAVACILIK ELEKTRONİĞİ

Havacılık elektroniği, uçak haberleşmesinde, NAVİGASYON'unda ve yönetiminde kullanılan elektronik teknolojisini kapsar. Askeri uçaklardaki elektronik denetimli silahlar, keşif ve hedef bulma sistemleri, radar gibi donanımlar da bu alana girer.

Havacılık elektroniği donanımları, önce TRANSİSTÖR'ün, daha sonra da ENTEGRE DEVRELER'in bulunmasıyla, büyük gelişmeler göstermiştir. Daha az yer kaplamaları, daha hafif olmaları ve daha az güç tüketmeleri nedeniyle, elektronik donanımlar, lambalı sistemlerden üstündür.

Haberleşme: Havadan yere yapılan kısa mesafeli haberleşmede, genellikle 118 ve 135,975 MHz frekansları arasında olan VHF (çok yüksek frekanslı) kanallar kullanılır (Bk. RADYO VE TELEVİZYON YAYINI). Haberleşme sırasında, uçtaki donanımlar tarafından yayılan güç, genellikle 25 W kadardır. Sinyal, yalnızca görüş çizgisi boyunca gittiğinden, menzil, uçağın yüksekliğine bağlıdır. 9 000 m yükseklikte uçan uçaklarda, 400 km'lik menzil normal sayılır. Askeri uçaklarda kullanılan ve frekansı 225-399,95 MHz arasında olan UHF (ultra yüksek frekanslı) kanallarla, havadan yere menzilin yanı sıra, 1 000 km'ye kadar havadan havaya haberleşme menzili sağlanabilmektedir.

Uçaklar, 2 - 30 MHz arasında değişen bazı kanallardan, dünyanın bütün bölgeleriyle haberleşme yapabilmektedir. Ses ve telgraf gibi TELEMETRİ yöntemleriyle, 400 W'a kadar olan güçler kullanılmaktadır. Bazı büyük yolcu uçaklarınaysa, alçak frekanslı (60-160 kHz) radyo teleyazıcı donanımları yerleştirilmiştir.

Uçuş ekibinin, kendilerine yapılacak çağrıları duymak için sürekli radyo dinlemek zorunda kalmaması amacıyla, seçmeli çağrı sistemi kullanılır: Sözgelimi SELCAL modunda, yerden arayan istasyon, aranacak uçağa özgü iki sesli, şifrelenmiş bir sinyal gönderir. Uçakta bulunan alıcı, vericinin frekansına ayarlanmıştır ve sürekli olarak açıktır. Alıcı, uçak şifresini alınca, uçuş ekibini uyaracak bir sinyal verir. Böylece ekip radyoyu dinlemeye başlar. SELCAL sistemi, hem kısa, hem de uzun menzilli radyo bağlantılarında kullanılmaktadır.

Haberleşme donanımlarının sayısı ve karmaşıklığı, uçağın kullanımına bağlıdır. Hava taşımacılığında kullanılan uçaklara, donanımların arıza yapma olasılığı düşünülerek, her sistemden ikişer tane takılmıştır. Herhangi bir sistem arıza yapıp çalışmadığında, yedeği devreye girer.

Otomatik pilot: Otomatik pilot ilk olarak 1914 yılında, CAYROSKOP'un öncülüğünü yapmış olan Dr. Elmer SPERRY'nin oğlu Lawrence Sperry tarafından ortaya atıldı. Lawrence Sperry, pilot kumandası olmadan uçurulan ilk uçuş için verilen ödülü kazandı. Otomatik pilot, uçuş düzenindeki herhangi bir değişikliği saptayıp kanatçıkları, yükseklik ile yön dümenlerini ve flatnerleri (denetim yüzeylerine takılan, ek denetim yüzeyleri) otomatik olarak ayarlar. Böylece, uçaktaki en küçük bir yükseklik ya da baş değişikliği düzeltilebilir. Sistem temel olarak, uçağın doğrultusunu denetleyen bir CAYROPUSULA ile yükseklik değişikliğini ve yatışları denetleyen bir dikey cayroskoptan oluşur. Uçak denetimlerinin pnömatik ve hidrolik olarak çalıştığı uçaklarda kullanılan ilk otomatik pilotlarda, havayla çalışan cayroskoplar var-

dı. Günümüzdeyse, aşağı yukarı bütün otomatik pilotlarda, elektrikle çalışan cayroskoplar bulunmaktadır. En yalın otomatik pilot bile, uçağı, önceden belirlenmiş bir yükseklik ve doğrultuda, pilottan daha hatasız olarak tutabilir. Günümüzde otomatik pilotların temel işlevi budur; ama başka amaçlarla da kullanılabilirler. Dönüşler, pilot tarafından, otomatik pilot aracılığıyla seçilebilir. Yeni bir yükseklik seçildiğinde, uçak otomatik olarak bu yüksekliği alır. Otomatik pilot, bir radyo navigasyon sistemine bağlandığında, uçak, otomatik olarak bir radyo sinyaline doğru uçar ya da aygıtla iniş sistemine kilitlenir.

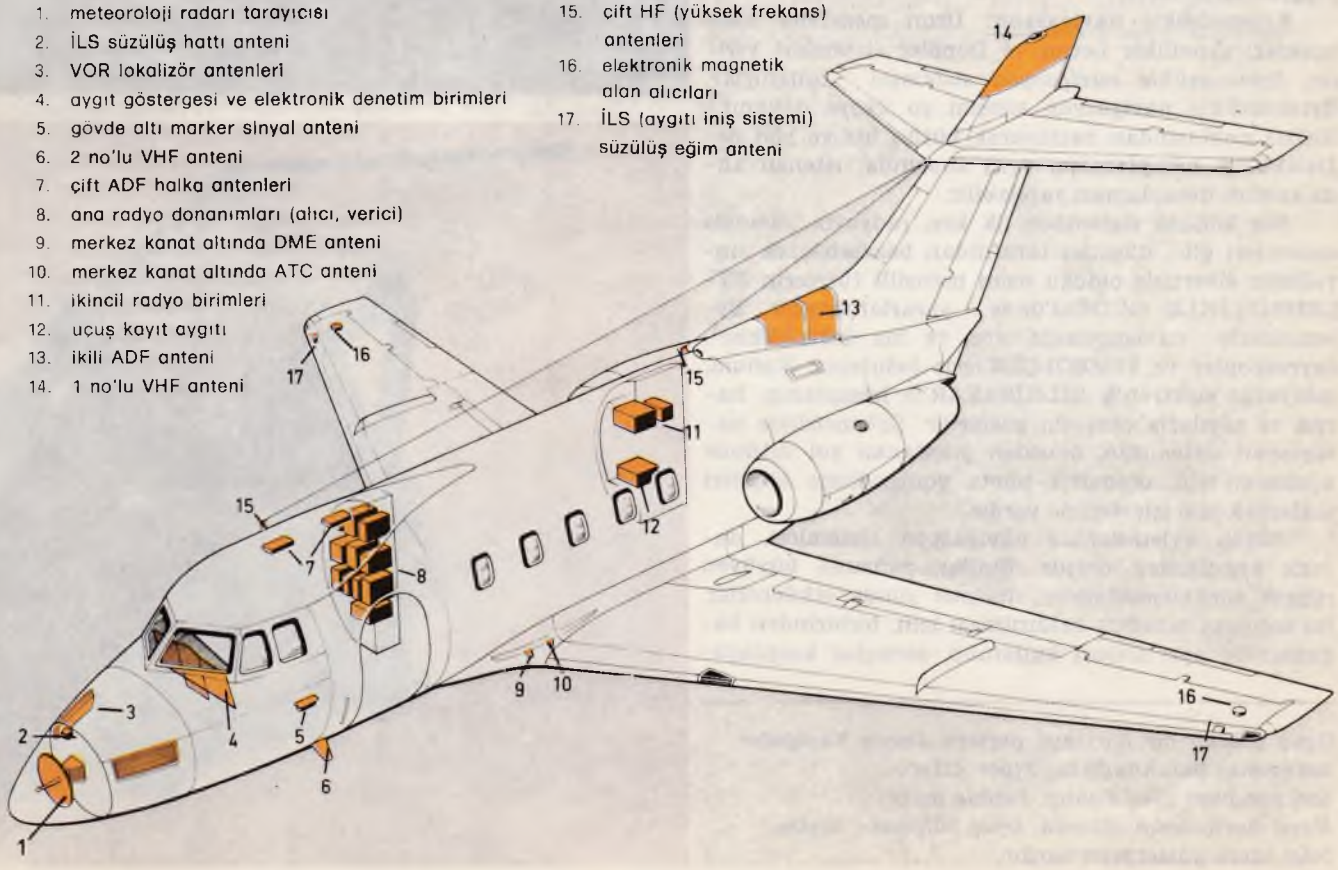
Otomatik pilotlarda görülen son gelişmelerden biri de, otomatik jigledir. Bu sistem düz uçuşta, alçalmada, son yaklaşma ve inişte, hız denetiminin otomatik olarak yapılmasını sağlar. Otomatik jigle, yalnızca inişten önceki kritik anlarda pilot yükünü azaltmakla kalmaz, aynı zamanda, düşük hızlarda denge öğesinin zayıf olduğu geriye eğik kanatlı büyük jetlerde, uçuş yolunun daha doğru biçimde tutulmasını sağlar.

Navigasyon aygıtları: Uçaklarda bulunan navigasyon aygıtları, dış navigasyon kolaylıklarının yardımı olmaksızın çalışabildikleri gibi, yerde bulunan radyo istasyonlarıyla ya da bölge radyo navigasyon sistemleriyle birlikte de çalışabilirler. Navigasyon aygıtlarının çoğu, uçuşa yardımcı olmak için otomatik pilota bağlanır. Böylece, uçuş ekibinin yalnızca uçuş aygıtlarını denetlemesi yeterli olur. Kalkış, iniş ve tehlike durumları dışında, kumanda, aygıtlara bırakılır.

Havaalanları arasında uçuş yapan uçaklar, Loran, Decca Navigator ve Omega gibi navigasyon sistemleri kullanabilirler. Bu sistemlerin tümünde, özel yer istasyonları ağından, belirli sinyaller yayınlanır. Sinyallerle yapılan zaman ve faz ölçümleriyle, uçağın konumu belirlenir. Söz konusu sinyaller, gemilerde de kullanılmaktadır (Bk. NAVİGASYON).

Uzun menzilli uçuşlarda uçaklar, genellikle Loran (Long Range Air Navigation: «Uzun Menzilli Hava Navigasyonu» sözcüklerinin ilk harflerinden) sisteminden yararlanırlar. Bu sistemin geliştirilmiş türleri, okyanus üstünde bile, uçağın konumunu birkaç yüz metre hatayla verebilmektedir. Decca Navigation sistemi, daha da doğru konum belirlemesine karşılık, kısa menzillidir. Bu nedenle, uçuş mesafeleri kı-

8-10 yolcu taşıyabilen küçük jet yolcu uçağı Hawker Siddeley 125 seri 400'de, elektronik donanımların yerini gösteren çizim. (altta) Bu uçakta, daha büyük uçaklarda kullanılan aygıtların çoğu vardır. Antenler çift olduğundan, aynı anda iki ayrı yer istasyonu dinlenebilir. Elektronik magnetik alan alıcıları, uçakta bulunan magnetik pusulayla ortak çalışma yaparlar.



sa olan uçaklarda ve helikopterlerde genellikle Decca sisteminden yararlanılır. Her iki sistem de, 100 kHZ'e yakın frekanslar kullanmaktadır.

Omega sistemiyse, 10-14 kHz gibi düşük frekanslar kullanır. Bu sistem, sinyalleri su altında da gidebildiğinden, denizaltılar için elverişlidir. Omega sisteminden yararlanan uçakların sayısı oldukça azdır.

Loran türü sistemlere ek olarak, bir de Doppler navigasyon sistemi geliştirilmiştir. DOPPLER OLAYI, ses, ışık ve radyo dalgaları gibi dalgaların titreşimlerinde, dalga kaynaklarının yaklaşıp uzaklaşmasına bağlı olan değişmelerden kaynaklanır. Sözgelimi, hızla yaklaşan bir otomobilin sesi, uzaklaşırken algılanan sesten tizdir.

Doppler navigasyon sisteminde, yere, belirli frekansta bir mikrodalga radyo sinyali gönderilir. Yer, uçağa göre geriye doğru hareket ettiğinden, yansıyan dalganın frekansı değişik olur ve bu farkın ölçülmesiyle hız bulunabilir. Genellikle, yelpaze biçimli dört radyo dalgası kullanılır. Bunların, uçağın önünden, arkasından ve iki yanından yayınlanmasıyla, yer hızı, kayış açısı ve uçulan mesafe hesaplanabilir. Gönderilen dalganın frekansı genellikle 8,8 GHz (8 800 000 000 Hz), gücü de 1 W'tır.

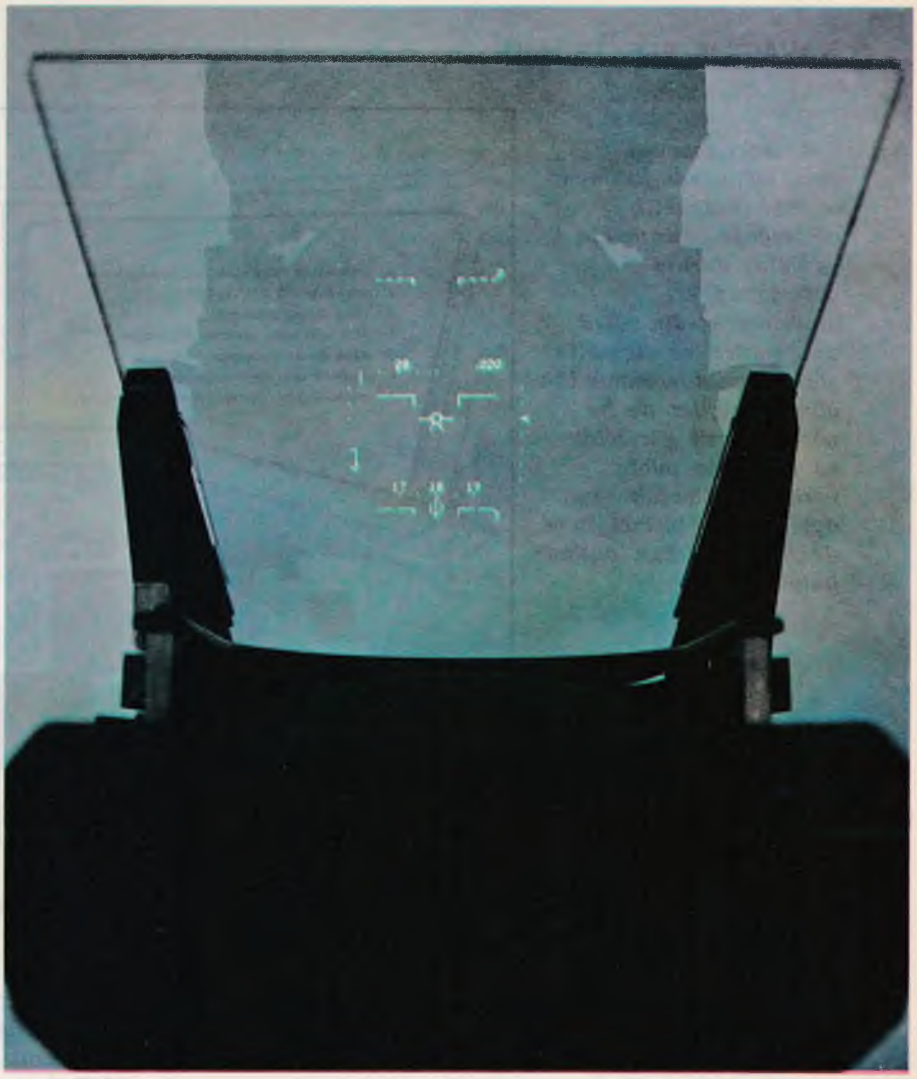
Doppler sistemleri bütünüyle otomatiktir. Uzaklık ve zaman konusunda bilgi sağlamak için, enlem boylam gösterecek biçimde yol üstünde belirli noktalara gidebilmek için, pilotun yönlendirme aygıtlarını ya da hareketli harita ekranlarını çalıştırmak için programlanabilirler.

Eylemsizlikle navigasyon: Uzun mesafeler aşan uçaklar, genellikle Loran ve Doppler sistemleri yerine, *Eylemsizlikle navigasyon sistemi*ni kullanırlar. Eylemsizlikle navigasyon sistemi, şu ilkeye dayanır : Kalkış noktasından başlayarak, bütün hız ve yön değişiklikleri hesaplanırsa, uçuş sırasında, istenen anda konum hesaplaması yapılabilir.

Söz konusu sistemden ilk kez, radyoyla yönetim sistemleri gibi, düşman tarafından bozulabilecek sinyallerin elverişsiz olduğu uzun menzilli füzelerin EYLEMSİZLİKLE GÜDÜM'ünde yararlanılmıştır. Eylemsizlikle navigasyonda, yön ve hız değişiklikleri, cayroskoplar ve İVMEÖLÇER'lerle belirlenir. Konum, minyatür elektronik BİLGİSAYAR'la hesaplanıp, harita ve sayılarla ekranda gösterilir. Eylemsizlikle navigasyon sisteminin, önceden planlanan yol üstünde uçulması için, otomatik pilota yönlendirme bilgileri sağlamak gibi işlevleri de vardır.

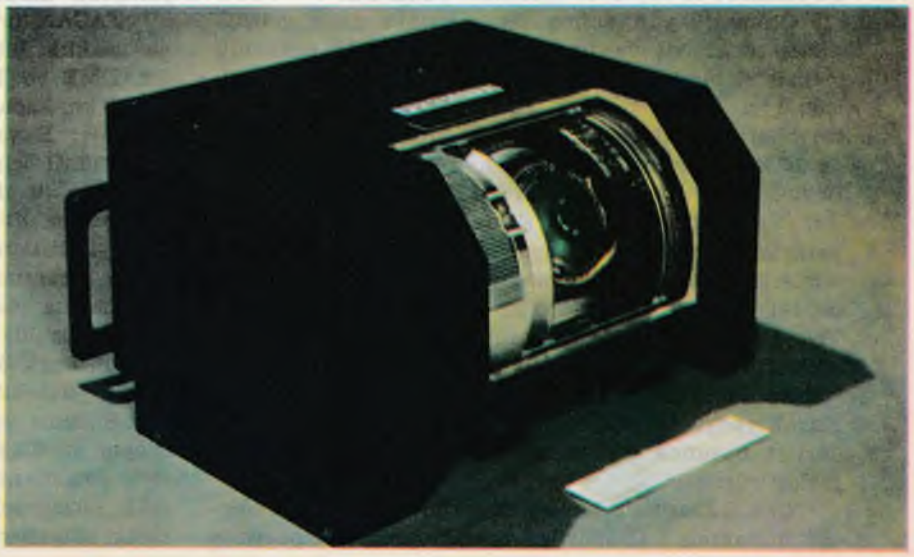
Bütün eylemsizlikle navigasyon sistemleri, duyarlı aygıtlardan oluşur. Bunlar, zamanla büyüyen rüzgar sürüklemesinden, olumsuz yönde etkilenirler. Bu sorunun ortadan kaldırılması için, birbirinden bağımsız üç ayrı sistem kullanılıp, sonuçlar karşılaştı-

Uçuş yolunu bir haritaya geçiren Decca Navigator sisteminin bulunduğu bir Piper Aztec özel uçağının pilot kabini. (sağda üstte) Hava haritasının altında, uçuş bölgesine ilişkin bilgi veren göstergeler vardır.

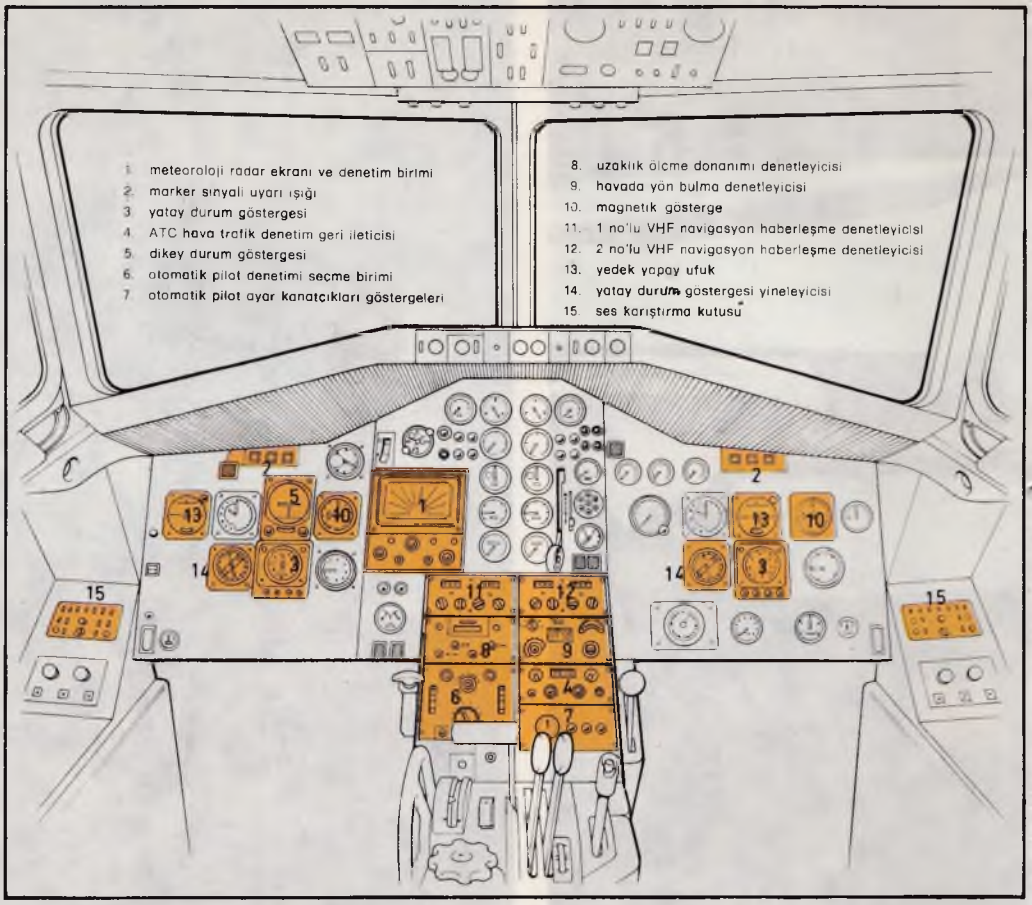


Uçuş bilgilerini eğik bir cam üstüne yansıtan göz önü ekran sistemi donanımı. (solda ve üstte) Pilot bu bilgileri, çok uzaktaymış gibi görür. Burada görülen ekranın genişliği 18 cm'dir.

Eylemsizlikle yönlendirme birimi. (altta) Bu sistemde, çemberlere monte edilmiş cayroskoplar ve ivmeölçerler bulunur. İlgili elektronik öğeler ise, birimin arkasına takılmış basılı devre plakalarındadır.



Çizimdeki (sağda) pilot kabininde, istenen bilgiler, magnetik göstergede okunmakta ve yatay durum göstergesinde yinelenmektedir. VOR anteninden ve otomatik yön bulma donanımından alınan bilgiler de bu göstergelerde görülebilir ve otomatik pilota verilebilir. Birçok uçuş aygıtı, hem birinci, hem de ikinci pilotun önünde bulunur.



rılır. Üç sistemin birden aynı hataları yapması, çok küçük bir olasılıktır.

Yön bulma: Başka sistemlerin pek iyi çalışamadığı bölgelerde konum saptama amacıyla, uçakların çoğunda hâlâ otomatik yön bulma (ADF) donanımı bulundurulur. ADF'de bulunan yalın bir halka anten, radyo istasyonlarından yayınlanan sinyalleri alır. Halka antenin aldığı sinyallerin en kuvvetlileri, kendisine dik açıda bulunan istasyonlardan gelenlerdir. Bu özellik, yön saptama işleminde kullanılır.

Otomatik yön bulma sistemlerinin daha geliştirilmiş türleri de vardır: VOR ya da VHF çokyönlü menzil sistemleri. VOR vericileri, deniz fenerlerinin ışığı gibi, bütün yönlere dönerek yayılan VHF radyo sinyalleri yayınlarlar. Aygıtın yaydığı sinyal, saniyede 30 kez döndürülür. Sinyalin frekansı da 30 Hz'dir. Böylece her dönüş, yayının bir tek çevrimini karşılar. Öte yandan, gene 30 Hz'de, dönmeyen bir sinyal yayınlanır ve dönen sinyal, bütün navigasyon sistemlerinin temel aldığı magnetik kuzeyi gösterdiğinde, iki yayın aynı fazda olur (Bk. DALGA HAREKETİ). Uçakta bulunan donanım, VHF yayınına ayarlanmıştır ve faz dışı olan iki sinyali alır. Bu yön bilgisinin otomatik pilota verilmesiyle uçak, otomatik olarak radyo sinyaline doğru uçar. Belirli hava koridorları boyunca, belirli aralıklarla VOR istasyonları yerleştirilmiştir.

Çok kullanılan hava koridorlarında, *mesafe ölçme donanımı* (DME) ve *taktik hava navigasyonu* (TACAN) sistemleri bulunur. Bu sistemlerin temelini, soru-yanıt ilkesiyle çalışan aygıtlar oluşturur. Yalın DME sistemleri, yerdeki bir radyo istasyonuna sinyal göndererek, otomatik olarak bir yanıt sinyalinin oluşmasını sağlarlar. Uçaktan verilen sinyal ile dönüş sinyali arasında geçen süre, doğrudan doğruya uzaklıkla ilgilidir ve alıcıda bulunan bir göstergede, mil cinsinden okunur. TACAN sistemi, DME sisteminin hava kuvvetlerinde kullanılan türüdür ve yer istasyonunun uzaklığıyla birlikte, yönünü de verir.

TACAN, ortak görev yapan uçaklar arasında, yön ve uzaklık bilgileri alışverişinde de kullanılmaktadır. DME ve TACAN sistemlerinin normal menzilleri, 320 km kadardır.

İniş: Havaalanları yakınlarında HAVA TRAFİK DENETİMİ için kullanılan *aygıtla iniş sistemi* (İLS) bulunur. Bu sistemden verilen sinyalleri alan uçaklar, yerde bulunan *lokalizör*ü *marker*i ve *süzülüş hattı ileticiler*ini kullanarak, pilotun alanı kolayca bulup inmesini sağlarlar. Dış, orta ve iç markerler, pist başına olan uzaklığı, süzülüş hattı sinyalleri ise doğru süzülüş açısını gösterir. Havaalanı lokalizör sinyali, uçak 30-50 km uzaklıktayken alınır ve uçak, 600 m yükseklikten sonra piste doğru alçalışına başlar. Süzülüş açısı sinyali alındığındaysa, pilot, bunu izleyip süzülüşü sürdürür. Uzaklık, marker sinyalleriyle denetlenir. Son yaklaşma sırasında pilota, gerekli düzeltmeleri yapması için, göreceği ya da işiteceği sinyallerle uyarılar yapılır.

Meteoroloji radarı: Büyük yolcu uçaklarının çoğunda, ekibi uçuş yolu üstündeki hava koşulları ve bulut oluşumları konusunda uyaran meteoroloji radarı bulunur. Bu aygıt, uçağın burnuna monte edilmiş ve ileriye yöneltilmiş bir radar ile uçuş kabininde bulunan bir ekrandan oluşur. Radar tarayıcısı, ırmak ağızları, kıyı şeritleri gibi belirli arazi parçaları üstünden uçulurken, ek navigasyon yardımcısı olarak, yer haritası sağlama amacıyla yere doğru da yöneltilebilir. Bu tür meteoroloji radarlarının menzilleri, yaklaşık 480 km'dir. Radar ekranında görülen görüntülerin doğru değerlendirilebilmesi, uçuş ekibinin eğitim ve deneyimine bağlıdır.

Göz önü ekranları: Göz önü (head-up) ekranlarında, önemli uçuş bilgileri pilotun önünde, genellikle kabin ön camı düzeyinde bulunan bir ekrana verilir. Pilot, bu sistem yardımıyla uçaktan dışarı bakarken, başını eğmeden uçuş bilgilerini de alabilir.

Bilgiler, parlak ekranlı bir katot ışını tüpünde, görülebilen simgeler haline getirilir ve eğik ekran camına yansıtılır. Şekiller sonsuzda gösterildiğinden, pilotun göz odağını ayarlaması gerekmez.

HAVA FOTOĞRAFÇILIĞI

Hava fotoğrafçılığı, çeşitli amaçlarla havadan yerin fotoğrafını çekme tekniğidir. Başlıca kullanım alanları HARİTACILIK ve askeri keşiflerdir; ama çevrebilim, maden arama, kazıbilim (arkeoloji) ve daha birçok başka dalda da bu yöntemden yararlanılır. İkinci Dünya savaşından sonra teknolojide gerçekleştirilen gelişmeler, hava fotoğrafçılığının uygulama alanını çok genişletmiştir. Kızılaltı filmlerle, cisimlerin yalnız biçimlerinin ve renklerinin değil, sıcaklıklarının da belirlenmesi olanağı doğmuştur. UYDU'lar geniş alanların fotoğrafını çekebildiklerinden, HAVA TAHMİNİ raporları çok daha sağlıklı bir niteliğe kavuşmuştur.

Hava fotoğrafçılığının çokyönlü olmasını sağlayan en önemli özellik, dünya yüzeyine yüksekten bakıldığı zaman birçok cismin, sanki planları çizilmişçesine izlenebilmesidir. Böylece, karşılaştırmalar kolaylaşır ve gözlemcinin, dünya yüzeyindeyken, yakınlığından ötürü fark edemeyeceği nesneleri görmesi olanağı doğar.

Tarihçe: Havadan fotoğraf çekme, fotoğrafçılık kadar eski bir yöntemdir. İlk hava fotoğrafı 1856 yılında, Fransa üstünde uçan bir balondan çekilmiştir. 1880 yıllarında Avrupa'da yapılan deneylerde balonlardan, hattâ roketlerden, 1909'da da hem Avrupa'da, hem de A.B.D'nde uçaklardan fotoğraf çekiliyordu.

Hava fotoğrafçılığı, deney dışında, pratik amaçla ilk kez Amerika İç savaşında kullanıldı. 1862 yılında Virginia'da düşman kuvvetlerinin fotoğrafının çekilmesi için, bir fotoğrafçı balona bindirilerek havalandırıldı. O günden bu yana askeri amaçlar, hava fotoğrafçılığının en önemli uygulama alanını oluşturmaktadır.

Hem havacılık, hem de fotoğrafçılık alanında öncülük eden ülkelerden olan Fransa'daysa, hava fotoğrafçılığı Birinci Dünya savaşından önce başlamış, Almanların işgal ettiği birçok bölgenin, önceden hava fotoğrafı çekilmişti.

Fransız fotoğrafçılarınca başlatılan atılım, öteki ülkelerde de geliştirildi. İngiliz Hava Keşif birliğinin başında bulunan J.T.C. Moore Brabazon, eski model körüklü fotoğraf makinalarıyla deneyler yaptı ve bu makinaların bir işe yaramadığını gördü. Saatte 150 km hızla uçan uçağın oluşturduğu rüzgarda, makinanın sallanmadan durması olanaksızdı. Bu yüzden Brabazon, uçağın zeminine takılacak bir fotoğraf makinası geliştirdi. Bu, havadan fotoğraf çekmek için yapılmış ilk özel makinaydı.

Savaşın sonuna doğru, havadan çekim için yapılan makinalar, odak uzaklıkları 1,80 metreye varan dev aygıtlara dönüştü. Mercek ile film arasın-

Hava fotoğrafçılığı askeri amaçlarla uygulandığında, belirli bir bölgenin bütünüyle görüntülenmesi istenir. Alttaki iki fotoğrafta, Peenemuende'deki Alman Roket Araştırma Üssü'nün 17/18 Ağustos 1943 gecesi, İngiliz Hava Kuvvetleri tarafından bombalanmadan önceki ve sonraki durumu görülmektedir. V-1 bombası ile V-2 roketini geliştirme yolundaki ilk araştırma ve denemeler burada yapılmıştır. Bombalama olayından sonra Almanlar, büyük ve belirgin üsler yerine, daha küçük ve yeri değiştirilebilen üslerden yararlanmaya başladılar. V-2'ler ise, bütünüyle taşınabilir biçimde yapıldı ve taşıyıcı araçlardan ateşlendi.

da ışınların daha uzun yol aşmasını sağlamak amacıyla, makinaya belirli açılarda aynalar yerleştirildi.

Moore Brabazon, birbirine yakın iki farklı noktadan çekilerek üç boyutlu nitelik kazanıp, resimde görülen yer ve cisimlerin yüksekliğinin ölçülmesini olanaklı kılan *stereoskop* adlı aygıtı buldu. Ayrıca, birbirini izleyen fotoğraflardan olayların sırasını anlayıp, mantıksal sonuçlara varabilme amacıyla, fotoğraf çekme ve yorumlama işlemlerini düzene sokmaya çalıştı. Ne var ki, kullandığı sistem oldukça ilkeldi.

Birinci Dünya savaşı sona erince, havadan fotoğraf çekme alanında geliştirilen yöntemler, barışçı amaçlarla uygulanmaya başlandı. Haritacılık ve kadastro gibi dallarda bu yöntemlere başvuruldu.

Kanada'da 1921 yılında, ormanların havadan fotoğrafları çekilmeye başlandı. Ağaçların durumunun denetlenmesinde, hava fotoğrafçılığı son derece elverişli bir yöntemdi.

Hava fotoğraflarının bir başka yararı da, 1920-1930 yıllarında, A.B.D. Tarımsal Üretim ve Pazarlama Kurulu, ekin türlerini araştırmak için çiftliklerin havadan fotoğraflarını çektirmeye başladığı zaman ortaya çıktı. Böylece hem istatistikler düzenlendi, hem de çiftçilerin belirli ürünleri yetiştirmek için aldıkları krediyi, amaca uygun biçimde kullanıp kullanmadıkları denetlendi. Ama bu tür denetleme uygulamaları, kamuoyunun hava fotoğrafçılığına karşı çıkmasına yolaçtı.

1938 yılında, Almanya'nın savaş hazırlıkları yaptığı ortaya çıktı. İngiltere, ünlü Avustralyalı fotoğrafçı Sidney Cotton'dan Alman askeri tesislerinin resmini çekmesini istedi.

Cotton, 1920'lerden beri havadan fotoğraf çekmekteydi. İngiliz Hava Kuvvetleri'nden, hızlı bir uçak olan Lockheed Electra tipi bir uçak istedi. Uçak gövdesinin altına, üç fotoğraf makinası yerleştirdi. Makinalar kullanılmadığı zaman, üstleri, sürgülü bir kapakla örtülüyordu. Ayrıca, uçağın içinden fotoğraf bölümüne sıcak hava püskürten bir donanım yerleştirildi. Böylece makinaların, yükseklerdeki düşük sıcaklık yüzünden buğulanması ya da donması önlendi (bu sorun havadan fotoğraf çekenleri yıllarca uğraştırmıştı).

Hazırlıklarını tamamlayan Cotton, Almanya üstünde uçuşa çıktı. Söz konusu yıllarda yeni ve dikkat çekici olan uçağı, Almanya'da ilgi topladı. Cotton, yüksek rütbeli Nazi subaylarını uçağıyla gezdirmeye başladı. Bu geziler sırasında, kimsenin kendisinden kuşkulanmasına yolaçmadan, önemli tesislerin fotoğraflarını çekti.

İkinci Dünya savaşında, hava fotoğrafçılığının düzenli biçimde sürdürülmesinin zorunlu olduğu anlaşıldı. Sidney Cotton'a ilk İngiliz fotoğraf keşif birliğini oluşturması ve yönetmesi için yetki verildi Fotoğrafların zamanında çekilmesi son derece önemliydi. Sık sık çekilen resimlerle, ilgili yerin dosyası hazırlanıyor, birliklerin hareketi, yeni binalar ve beklenmedik olaylar belirlenebiliyordu.

1941 yılında savaşa giren A.B.D., İngilizlerin uy-

San Andreas kırığının eğik hava fotoğrafçılığı yöntemiyle çekilmiş resmi. (üstte) Kaliforniya kıyılarında, Mexico ile San Francisco arasında uzanan bu kırık, iki büyük kayaç kütlesinin birleştiği yeri göstermektedir.

İki kütle arasındaki sürtünmeler, sık sık depremlere yolaçar. Kırık çizgisinin hava fotoğrafçılığıyla incelenmesi, tehlikeli yerlere binaların yapılmasını önleme amacıyla, bölgenin ayrıntılı bir haritasının çıkarılmasını sağlar.

guladığı sisteme yakın bir fotoğraf keşif yöntemi uyguladı ve aynı ölçüde başarıya ulaştı. Buna karşılık, sistemlerini hiç bir zaman iyice düzenleyemeyen Almanlar, bu eksikliği, savaş boyunca etkilerinin kısıtlanmasıyla ödediler.

Çağdaş yöntemler: Hava fotoğrafçılığında uygulanan iki temel yöntem vardır: *Eğik* yöntem, *düşey* yöntem. Eğik fotoğraf yöntemi, düşey yöntemden daha yalındır. Küçük bir uçakla resmi çekilecek bölgenin üstünde uçulurken, uçakta bulunan bir fotoğrafçı, elinde tuttuğu makinayla açık pencereden resim çeker. Bu durumda, bakış doğrultusu, yeryüzüyle belirli bir açı oluşturmaktadır. Bu tür fotoğraflar, yüzey şekillerini belirleme gibi işlerde kullanılır.

Düşey yöntem ise, daha kesin sonuçlar verir. Özel olarak yapılmış uçakların altına, büyük fotoğraf makinaları yerleştirilir. Yöntemin adından da anlaşılacağı gibi, makinalar, düşey olarak yere doğrultulur.

Düşey fotoğrafçılık için özel olarak yapılan fotoğraf makinasının objektifi, görüntünün nitelikli olmasını sağlama amacıyla özenle hazırlanır. Odak uzaklığı genellikle 15 cm kadar olur. Makinada 23 cm genişliğinde ve 76 metre uzunluğunda film kullanılır. Özel bir aygıt, fotoğraf çekildiği sırada filmi gererek düz durmasını sağlama amacıyla, bir tür vakum oluşturur. Poz süreleri, ışık durumuna ve fotoğrafı çekilen cismin hareketine göre 1/200 ile 1/1000 saniye arasında değişir.

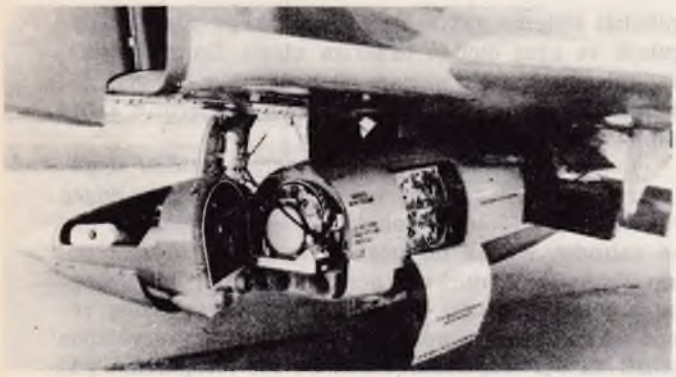
Fotoğrafın çekildiği yükseklik de, bölgenin durumuna göre, 400 - 9 000 m arasında değişir. Fotoğrafların birbirini izleme hızı, resmi çekilen cismin hızına bağlıdır. Çünkü her resmin, bir öncekinin % 60'ını içermesi istenir. Böylece, bir ya da birkaç saniyeden, birkaç dakikaya varan aralıklar kullanılabilir.

Keşif amacıyla çekilen fotoğraflarda, genellikle siyah beyaz, pankromatik filmler kullanılır. Son yıllarda başka film türleri (özellikle kızılaltı ışınlara duyarlı türler) de yaygınlaşmıştır.

Kızılaltı ışınlar, tıpkı görünen ışık gibi, filmleri etkilerler. Ama, arada önemli bir fark vardır. Kızılaltı ışınlar, sis ve pus içinden, görünür ışığa oranla daha kolay geçerler. Bu nedenle, yükseklerden çekilen fotoğraflarda, kızılaltı ışınlar, daha net sonuçlar verirler.

Cisimlerin yayınladıkları kızılaltı ışının niteliği, cismin sıcaklığına bağlı olarak değişir. Bu özellikten, sözgelimi sıcak ve soğuk suların ayırt edilmesi, fabrikalardan akarsulara dökülen suların ırmağı aşırı ölçüde ısıtıp ısıtmadığı gibi durumların saptanmasında yararlanılır. Canlı ve ölü bitki örtüsünün güneşten soğurduğu ısı miktarı farklı olduğundan, tarla ve ormanların durumu da, bu yöntemle bir bakışta anlaşılır.

Kızılaltı ışınlar, kızılaltı olarak basılamadığından, «yalancı renkli» filmlerden yararlanılır. Bu filmlerde kızılaltı kırmızıya, kırmızı yeşile, yeşil de maviye dönüşür. Film, mavi ışığa duyarsızdır. «*Havadan tarama termografı*» adı verilen bir başka aygıtta da, televizyon kamerasına benzer elektronik bir tarayıcı,



Resimdeki EMİ «keşif aygıtında» (solda), alışılmış fotoğraf makinasının yanı sıra, radar ve kızılaltı tarama aygıtları da bulunur. Aygıt, burada bir Fantom jet uçağının altına takılmış olarak görülmektedir. Günümüzde çok küçük ayrıntıları bile saptayacak duyarlıkta filmler ve objektifler yapılabildiğinden, yıllar öncesinin dev fotoğraf makinalarına gerek duyulmamaktadır. Resimde görülen donanım, İkinci Dünya savaşında kullanılan büyük fotoğraf makinalarından daha iyi sonuçlar verir.

Kızılaltı «yalancı renk» yöntemi, çok kullanılan bir modern fotoğrafçılık yöntemidir. Buradaki fotoğraf (üstte), Florida'da, petrol tesislerinden denize sızma olup olmadığını belirleme amacıyla çekilmiştir. Petrol yeşil, kirlenmemiş deniz suyu mavi, kara ise, bitki örtüsünün kızılaltı ışınımı nedeniyle kırmızı olarak görülmektedir.

görünür renklerin hiç birini algılamadan, yalnızca kızılaltı ışınları kaydeder.

«*Çok kanallı kamera*» adı verilen ve aynı yerin aynı anda dokuz fotoğrafını birden çeken aygıtla, daha da ayrıntılı bilgi edinilebilir. Bu aygıta, dokuz farklı film ve renk filtresi takılır.

Havadan, yana dönük radarla da resim çekilebilir. Karanlıkta ve siste de sonuç veren radar, askeri amaçlarla çok kullanılır. Ne var ki, radarla çekilen resimler pek nitelikli olmaz.

HAVA GEMİSİ

UÇAK'ları havalandıran kuvvetin, hava içindeki hızdan ve kanatların AEROFOİL biçiminden doğmasına karşılık, hava gemisinde kaldırma kuvveti, havadan daha hafif olan bir gazla sağlanır. İleri doğru hareket de, motorlarla döndürülen pervanelerle gerçekleştirilir.

Hava gemisinde, havadan daha hafif bir gaz kullanılarak, gemi ağırlığının, aynı hacimdeki hava ağırlığından düşük olması sağlanır. Böylece hava gemisi, havanın yoğunluğunun, kendi ağırlığını dengeleyecek kadar azaldığı bir noktaya kadar yükselir.

Hava gemisinin kullanılabilmesi için, bu yükselmenin denetlenebilmesi gerekir. Eski gemilerde bu, gazın bir bölümü dışarı salınıp, yerine hava doldurulmasıyla sağlanırdı. Ama söz konusu yöntemde, hem gazın bir bölümü boşa harcanır, hem de gaz azaldıkça kaldırma kuvveti de azalırdı. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için, gemiyi gerektiği zaman hafifletme amacıyla aşağı atılan safralar taşınmaya başlandı. Bir süre sonra safranın yerini, gaz deposunun içinde yeralan, içleri hava dolu balonlar aldı. Bu balonların içindeki hava miktarı, pompalar aracılığıyla değiştiriliyor, böylece deponun geri kalan bölümündeki gazın hacmi de değişmiş oluyordu. Geminin dengesiyse, genellikle biri önde, ikincisi arkada bulunan iki balon kullanılarak ayarlanıyordu.

Hava gemisinin dümenleri, uçak dümeni gibi çalışır. Uçuş sırasında, geminin yüksekliğini değiştirmek amacıyla, alışılmış yükseliş dümenleri kullanılır. Atmosfer basıncının yüksekliğe bağlı olarak değişmesi, balonlardaki hava miktarının otomatik olarak ayarlanmasıyla dengelenir.

En hafif gaz, oldukça ucuz olan hidrojendir. Ama çok kolay parladığından, modern hava gemilerinde,

çok daha pahalı ve biraz daha az etkili, buna karşılık kesinlikle tehlikesiz olan helyum kullanılır. A.B.D 'nde çıkarılan doğal gazın içinde az miktarda helyum bulunmaktadır; ama başka yerlerde, geniş çapta helyum üretimi çok pahalıya mal olmaktadır.

Hava gemilerinin türleri: Hava gemileri, üç ayrı yapı türüne ayrılır (ya da ayrılırdı): *İskeletli; yarı iskeletli; iskeletsiz.* İskeletli türler, hafif bir metalden yapılmış kafes biçimli taşıyıcı yapının içinde filelerle asılı duran, gaz dolu balonlardan oluşur, metal kafesin üstü de ayrı bir örtüyle kaplanırdı. Almanların *zeplin*leri ile 1920 - 1930 yıllarının hava gemilerinin çoğu bu türdendi. Metal olarak alüminyum alaşımları kullanılır, dış yüzey pamuklu bir kumaşla kaplanır, gaz balonları sığır barsağından elde edilen bir zarla kaplanmış pamuklu bezden yapılırdı.

Yarı iskeletli ve iskeletsiz türler, ancak içleri basınçlı hava doluyken normal biçimlerini aldıklarından, «basınçlı hava gemileri» diye adlandırılırlar. Yarı iskeletli türlerde, gemi boyunca uzanan metal bir omurga vardır. 1926 yılında Kuzey kutbunun üstünden geçerek Roma'dan Alaska'ya giden İtalyan yapısı «*Norge*» adlı hava gemisi, yarı iskeletli türdendi.

Günümüzde kullanılan tek tür olan iskeletsiz hava gemisinde, taşıyıcı çatı yapısı bulunmaz. Bu türden modern hava gemileri, üstü «neopren» adı verilen yapay kauçukla kaplanmış yapay bir lif türü olan dakrondan yapılır. Dış yüzeyleri alüminyumlu bir boyayla boyanarak, güneş ışınları ile sıcaklığın yansıması, böylece de ısınmanın bir ölçüde azaltılması sağlanır. Burunda yeralan tahta bölüm, uçuş sırasında rüzgarın burnu içeri bastırmasını engeller.

Gelişme: Başlangıçta bu alanda öncülük eden ülke Fransa'ydı. 1783 yılında BALON bulunduktan sonra, bu aracın rüzgara bağımlılığını gidermek için çareler arandı. Asıl sorun, hafif, ama aynı zamanda yeterince güçlü bir itici öğe bulunmasıydı. İlk olarak Henri Giffard, 160 kg ağırlığında, 3 beygirgücünde bir motor yaptı. Bu motorun takıldığı 2 000 m^3 hacmindeki hidrojen dolu balon, 1852 yılında Paris hipodromundan havalandıktan sonra, saatte 9 km hızla yol aldı.

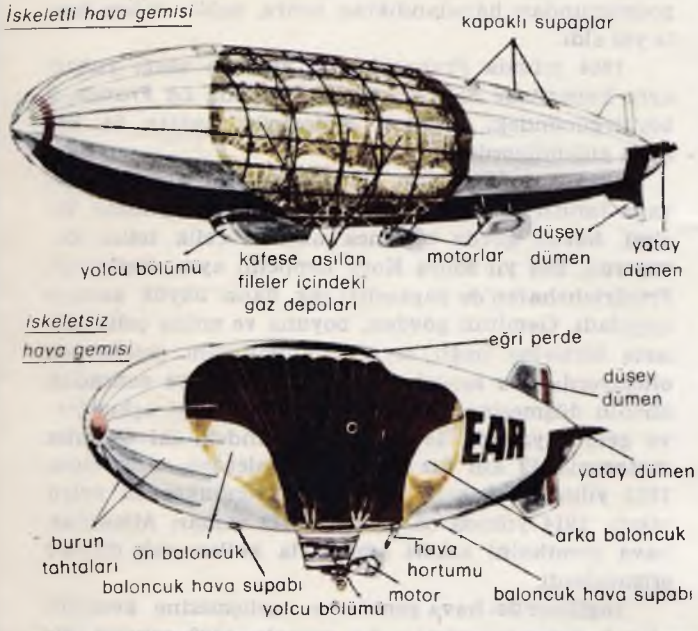
1884 yılında Fransa'da, bu gemiyle aşağı yukarı aynı kapasitede olan *La France* yapıldı. *La France*, 9 beygirgücündeki elektrik motoruyla, saatte 24 km hızla gidebiliyordu.

1895'te de Almanya, ilk iskeletli tür gemiyi dünyaya tanıttı. David Schwarz'ın yaptığı bu gemide, biçimi, bütün gövde boyunca uzanan çelik teller koruyordu. Beş yıl sonra Kont Zeppelin aynı düşünceyi, Friedrichshafen'de yaptırdığı çok daha büyük gemiye uyguladı. Geminin gövdesi, boyuna ve enine çelik tellerle birbirine bağlı, on altı alüminyum çemberden oluşuyordu. Bu model çok başarılı oldu ve sonradan birinin düşmesine karşın, aynı türden 20'yi aşkın hava gemisi yapıldı. 15'er beygirgücündeki iki Daimler motoruyla 42 km hız yapan zeplinlerden sonuncusu, 1912 yılında 7,5 saat süren bir yolculukta 23 yolcu taşıdı. 1914 yılında savaş başladığı zaman Almanlar, hava gemilerini askeri amaçlarla kullanacak düzeye erişmişlerdi.

İngiltere'de, hava gemilerinin gelişmesine kesintili olarak ilgi gösterilmiş, bu amaçla 1902 yılında bir atılım başlatılmış, ama bu işe ayrılan para bitin-

İskeletli gemilerin iskeleti, tellerle bağlanmış hafif metal alaşımlarından oluşur. (üstte) Geminin verimli olabilmesi için hafif olması çok önemlidir. Resimde, bir İngiliz hava gemisinin, 1917 yılında, tartılarak, öngörülen ağırlığı aşıp aşmadığının denetlenmesi görülmektedir. 6 Mayıs 1937'de Hindenburg'un New Jersey'de yanışı. (solda)

ce, program bir kenara atılmıştı. Bu yüzden, Jutland savaşında Alman donanmasına 29 hava gemisi yardımcı olurken, İngiliz donanmasına havadan gözcülük eden balon yoktu. Bunun hemen ardından Alman zeplinleri İngiltere'deki hedefleri bombalamaya başladılar. Bu yeni durum korku yarattı. Ama hava gözlemciliğinden yoksun olmak, kendini en çok denizaltılarla savaşta belli eden bir eksiklikti. Sonunda İngiliz ordusu da, küçük ve iskeletsiz bazı hava gemileri yaptırma kararı verdi. Bu gemiler, düşman denizaltılarının yerini belirlemede ve onlara hücum etmede çok başarılı oldular. Savaş bittiğinde İngiltere'nin 103, Almanya'nın 68 hava gemisi vardı.



A.B.D., Zeppelin şirketiyle bir anlaşma yaptı ve bunun sonunda hidrojen yerine helyum kullanan ZR 1 ortaya çıktı. Gemi, 57 uçuş yaptıktan sonra bir fırtına sırasında yitirildi. Ama A.B.D'nde geliştirme çalışmaları sürdürüldü ve 170 000 m³ kapasitede iki gemi (*Akron* ve *Macon*) yapıldı. Küçük gemiler için yeni bir metal kaplama türü geliştirildi. 5 700 m³'lük *Metalclad*, beş yıl süreyle, çoğunlukla mürettebatın eğitilmesinde kullanıldı. *Metalclad*'daki metal kaplama, perçin yerine tellerle birleştirilmiş mavi levhalardan oluşuyordu.

İskeletli dev hava gemileri, 1920-1930 yıllarında çok yaygınlaştı. Ama A.B.D., gemilerinde helyum kullanmaya karar verince, helyumun dışsatımını durdurdu. Bu yüzden, büyük İngiliz ve Alman gemilerinde, hidrojen kullanma zorunluluğu doğdu. Hidrojenin yanıcı olması ve gemilerin kolayca manevra yapamaması, korkunç sonuçlara yolaçtı. Büyük hava gemilerinin çoğu, büyük kazalarda yok oldu: 1930'da İngilizlerin *R 101*'i; 1933 ve 1935'te Amerikalıların *Akron* ile *Macon*'u; 1937'de *Hindenburg Zeplin*'i; v.b.

Bu kazalarda çok sayıda can yitimi olması, kamuoyunda hava gemilerine karşı korku yarattı ve gemiler, yolcu taşıma amacıyla kullanılmamaya başlandı. Ne var ki, İkinci Dünya savaşında A.B.D., bir tekini bile yitirmeden, deniz gözlemlerinde çok sayıda iskeletsiz hava gemisi kullandı. Bu gemilerin düşük hızla alçaktan uçabilmesi, mayın alanlarının belirlenmesinde ve konvoylara eşlik etmede çok yararlı olmalarını sağladı.

Günümüzde, Goodyear firmasınca yapılan iskeletsiz dört gemi, spor karşılaşmalarının televizyonda izlenmesinde, sarsıntısız televizyon platformları olarak kullanılmaktadır. Hava gemilerini savunanlar, bunların kargo taşımacılığında da başarıyla kullanılabileceklerini ileri sürmektedirler.

İskeletli ve iskeletsiz türden gemilerin karşılaştırılması. (solda üstte) İskeletli geminin dış kaplamasının içinde, filelerle bağlanmış ayrı gaz balonları bulunurdu. Bunlara genellikle hidrojen doldurulurdu. Geminin alçalması istendiği zaman gaz, üstteki supaplar aracılığıyla dışarı atılırdı. Modern iskeletsiz gemilerdeyse, dışarı atılamayacak kadar pahalı olan helyum kullanılır. Bu yüzden, helyumu sıkıştırarak gemiyi kendi ağırlığıyla alçaltan, içlerine sıkıştırılmış hava doldurulmuş ek baloncuklar bulunur. Geminin yükselmesi için de hava, supaplardan dışarı atılır.
Goodyear tarafından yapılan dört hava gemisinden biri olan «Europa»nın iki resmi. (solda altta) Bunlar, günümüzde kullanılan tek hava gemisi grubunu oluştururlar.

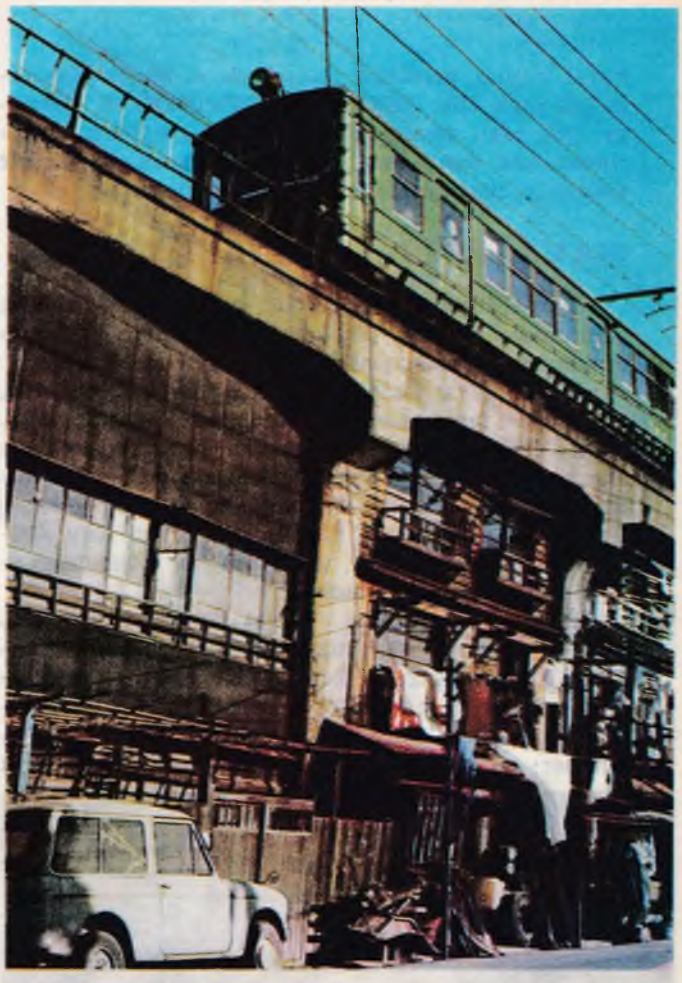
HAVAİ DEMİRYOLU

Demiryolları yere, yer altındaki tünellere ya da yerden yüksek yapılara döşenebilir. Tren yollarının hangi biçimde yapıldığı, yerin düzlüğüne, yerin değerine, kesişmelere ve bazı başka etkenlere bağlıdır.

Kentlerde HIZLI ULAŞIM SİSTEMLERİ kurulurken, yer üstündeki yapıları kaldırıp değerli araziyi kullanmak elverişsiz olduğundan, çok pahalı bir yöntem olmasına karşın, tüneller yeğlenir. Kentlerde en ucuz demiryolu yapım yöntemi, havai yol kullanmaktır. Havai demiryolu, caddelerin üstündeki boşluktan yararlanılarak oradan geçirilebilir. Normal trenlerin işlediği havai demiryolları, kenti gürültülü ve karanlık yapar. Bununla birlikte Berlin, Liverpool ve New York gibi birçok kentte havai demiryolları kurulmuştur. San Francisco'da ise, havai demiryollarının altında kalan alanlar, park haline getirilerek halka açılmıştır.

En ünlü havai demiryollarından biri Chicago'dadır. Yaygın adıyla «*El*» diye tanınan bu demiryolu, 1892'de buhar gücüyle çalışmaya başlamış, çok kısa bir süre içinde de elektrikli hale getirilmiştir. El havai demiryolu, yerdekilerle birleşerek «Loop» adlı bir ağı oluşturur. «Loop» yolu, kentin caddelerini izlediğinden, trenlerin dönen dingilleri, virajların kolayca alınması için kısa tutulmuştur. Doğrudan tekerleklere bağlı olan akslar, dönüşlerde gürültüye yolaçar. Bu yüzden, havai demiryollarının bir bölümünün yer altına alınması tasarlanmaktadır.

İnsan taşımacılığında çok elverişli olan trenlerin, kent yaşamı sürdükçe kullanılacağı sanılmaktadır. Bunlar arasındaki yerini koruyacağı düşünülen



New York kentindeki havai demiryolundan iki görüntü. Altta görülen resim, trenlerin 1884'teki durumunu göstermektedir. Tren, bir buharlı lokomotifle çekilmektedir. Sağdaki görüntü, Harlem üstünden geçen havai demiryoludur. Günümüzde havai trenler, üçüncü bir raydan alınan elektrikle çalışır. Bu trenlerin, gelecekte yerlerini tek raylı trenlere bırakacakları düşünülmektedir.

havai trenler, gelecekte daha hızlı ve büyük olasılıkla tek raylı (Bk. TEK RAYLI DEMİRYOLU) olacaktır. Tek raylı demiryolları, normal havai demiryollarından çok daha sessiz ve temiz olacak, büyük bir olasılıkla bilgisayarlarla kumanda edilecektir.

HAVAİ FİŞEK VE İŞARET FİŞEĞİ

Havai fişeklerin 2 000 yıl önce Çin'de, barutun bulunmasıyla ortaya çıktığı ve kötü ruhları korkutup uzaklaştırma amacıyla kullanıldığı sanılmaktadır. Avrupa'da havai fişek, ilk olarak İ. S. VII. yüzyılda, Bizanslılar tarafından silah olarak kullanıldı (Bk. RUM ATEŞİ). Gösteri amacıyla havai fişek atma alışkanlığı 1500'lerde İtalya'da başladı ve oradan bütün Avrupa'ya yayıldı. Zamanla havai fişek gösterileri, şenliklerin sık sık raslanan bir öğesi oldu. Günümüzde havai fişekler, dünyanın her yanında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Havai fişek yapımı: Havai fişeğin dış bölümü, yani koruyucu kılıfı, silindir ya da boru biçimli kağıttan oluşur. Kağıdın kalınlığı ve biçimi, havai fişeğin türüne ve bileşimine göre değişir. Çoğunun silindir biçiminde olmasına karşılık, koni ve küp biçimliler de bulunur. Sıçrayan ve yanarken tekerlek gibi hareket edenler, özel biçimler de yapılır. Sıçrayan tür, içinde arka arkaya patlama verecek maddeler bulunduran boğumlu, ince, uzun bir borudan oluşur.

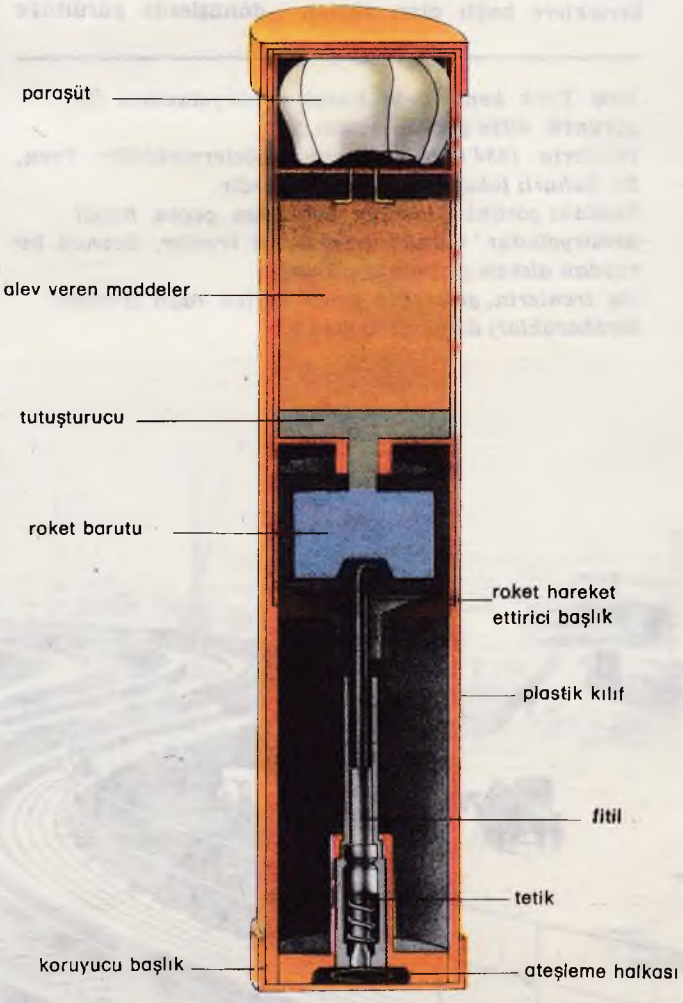
Dönen türün kılıfı, plastik, karton ya da karışık yapıda bir maddeden yapılmış bir disk çevresine sarılır ve içindeki bileşim yanarken, o da yanar.

Havai fişekler potasyum, karbon ve kükürt bileşiklerinden oluşur. Kıvılcım oluşturmak için, kurşun ya da baryum tuzları ile, ince bir toz haline getirilmiş çelik, demir, alüminyum ve karbon kullanılır. Parlak beyaz ışık, potasyum, antimon, arsenik, kükürt ve toz magnezyum bileşiklerinin eklenmesiyle elde edilir.

Çeşitli metal tuzları, renkli alev verir: Stronsiyum ve lityum kırmızı; baryum yeşil; sodyum sarı; bakır mavi. Renkli yıldızlar ve benzeri etkiler, havai fişeklerin içine, saçma biçimli renk maddeleri yerleştirilerek yaratılır. Renk maddeleri, fişeğin içindeki öteki maddeler tarafından tutuşturulup dışarı atılır.

Havai fişekler oldukça tehlikeli olabilir. Bu yüzden amatörlerce yapılıp atılmaları sakıncalıdır.

Havai fişek gösterisi: Havai fişek gösterilerinde, insan figürleri, yapılar ve hareketli resimler oluşturulabilir.



G. M. Terrini'nin (1739 - 1811) Floransa'daki (İtalya) bir havai fişek gösterisini konu alan resmi. (üstte)
Elde taşınabilen, paraşütlü işaret fişeği. (sağda) Roketi ateşlemek için, iki baştaki koruyucu başlıklar çıkarılır. Ateşleme halkası, tetiği hareket ettirmek için aşağı doğru çekilir.
Tetiğin hareketiyle fitil, 2 saniye sonra roket barutunu ateşler. Roket barutunun yanmasıyla, roket yaklaşık 300 m yükseğe fırlatılır.
Bu yükseklikte barut, tutuşturucuyu yakar ve paraşüt dışarı atılır. Paraşütlü işaret fişeği, saniyede 4,5 m hızla aşağı iner.

En gösterişli sonuçlar, toprağa gömülmüş havanlardan atılan havai fişeklerle elde edilir. Çapları 5 cm - 90 cm arasında değişen bu fişekler, önceden belirlenen bir yükseklikte patlayarak, gökyüzünde şekiller çizerler. Son yıllarda, bunlarla çizilen resimler ve sloganlar, reklamcılıkta da kullanılmaktadır.

Dünyanın çeşitli yerlerinde, farklı gösteri türleri yeğlenir. Uzak Doğu ülkeleri genellikle, patlayıcı fişek elde etmede uzmanlaşmıştır. Bu fişekler, kısa süre parlayan yıldızlar ve çok değişik sesler verirler. Avrupa ve A.B.D'nde kullanılanlar ise, gökyüzünde uzun süre kalan yıldızlar ve değişik şekiller çizerler.

İşaret fişekleri: İşaret fişeklerinin başlıca kullanım alanı, tehlike işaretleri gibi işaretler vermek ve uçakların iniş alanlarını aydınlatmaktır. Parlak bir alev ya da renkli bir duman çıkarabilen işaret fişeklerinin yanı sıra, havaya renkli yıldızlar yayan fişekler ile paraşütlü fişekler de vardır. İşaret tabancasıyla atılan renkli işaret fişekleri, yaklaşık 75-90 m yüksekliğe çıkar.

Paraşütlü işaret fişeğinin en yaygın türü, elde taşınabilenlerdir. İçinde barut ve paraşüt bulunan, alüminyum alaşımından yapılan bir borudan oluşurlar. Roket, bir plastik kılıf içine yerleştirilmiştir ve kapsülü ateşleyen bir tetikle tutuşturulur. Kapsül de sırayla geciktirmeli fitili ve barutu ateşleyen tutuşturucuyu yakar. Roketi hareket ettiren bölüm 3,5 saniye yanarak, ışıklı paraşütü dışarı atmadan önce, roketi 300 m yükseğe çıkarır. Yanma süresi 40 saniyeyi aşan işaret fişeği, iniş hızını yaklaşık 4,6 m/saniyeye düşüren dört ipli bir paraşütle taşınır. Bu tür işaret fişekleri, açık bir gecede 45 km uzaktan görülebilir. Aydınlatma fişekleri, helikopterlerden ya da uçaklardan, yeri aydınlatma amacıyla da atılabilir.

Yıldız yapıcı işaret fişekleri, cankurtaran sandallarının yanı sıra, tehlike durumunda küçük gemilerde ve dağcılık sporunda kullanılır. Bunlar, 3-5 saniye arayla, aşağı yukarı 45 m yüksekliğe, iki kırmızı yıldız fırlatırlar. Her yıldız, yaklaşık 5 saniye yanar. Tehlikeli durumlarda kullanılan alev yapıcı işaret fişekleri, parlak kırmızı bir alev çıkarırlar ve yaklaşık olarak 50 saniye yanarlar.

Tehlikeli durumlarda kullanılan işaret fişeklerinin tümü, kırmızı renklidir. Bunlar, magnezyum, stronsiyum nitrat, potasyum perklorat ve PVC içerirler. Aydınlatma fişekleri, genellikle beyazdır. Yeni geliştirilen bir işaret fişeği türü de, radar sinyallerini yansıtır. Bunlarda, iki kırmızı yıldız oluşturacak maddenin yanı sıra, radar sinyallerini yansıtan 300 000 naylon parçacık bulunur. Böylece kurtarıcı-

Yedi işaret fişeği taşıyan küçük bir fişeklik. (üstte) Her fişek parlak kırmızı, yeşil ya da beyaz yıldız vererek, yaklaşık 7 saniye yanar.

Elde tutulabilen turuncu dumanlı fişek. (solda üstte) Gündüz ortaya çıkan tehlikeli durumlarda kullanılır. 30 saniye yanar ve şişme cankurtaran botlarında herhangi bir kazaya yolaçmaz.

Aşağı yukarı 55 saniye kırmızı ışık veren, elde tutulabilen tehlike işareti fişeği. (solda altta) Dışı metalden yapılmıştır, tutuşturucu halkanın döndürülmesiyle çalıştırılır.

lar, radar kullanarak, tehlikede olan gemilerin yerini saptayabilirler.

Dumanlı işaret fişekleri: Dumanlı işaret fişekleri, gündüz tehlike belirtme ve yerden havaya işaret verme amacıyla kullanılır. Tehlike işareti için, turuncu renkli dumandan yararlanılır. Cankurtaran sandallarında kullanma amacıyla, yüzebilen ve 2-4 dakikada yanan bir türü de geliştirilmiştir. Dumanı zehirli değildir; petrolle kaplanmış suda yandığı zaman, petrolü tutuşturmaz. Aşağı yukarı 30 saniyede yanan, elde taşınabilen dumanlı işaret fişekleri de vardır.

Ticaret gemilerinde kullanılan önemli bir dumanlı işaret fişeği tipi de, can simitlerini belirtmede yararlanılan tiptir. Bunlar, can simitlerine bir iple tutturulmuştur. Can simidi denize fırlatılırken, ip çekilir ve fişek ateşlenir. İşaret fişeğinin yüzen halkasında, deniz suyuna değince çalışmaya başlayan pillerle yakılan iki elektrik ışığı vardır. Duman 15 dakikayı aşkın bir süre görülür; lambalarsa yaklaşık 45 dakika yanık kalır.

HAVA KANADI Bk. AEROFOİL

HAVALANDIRMA

Havalandırmanın en iyi örneği soluk alıp vermedir. Solumada, göğsün kas hareketiyle gövdenin iç basıncı, atmosfer basıncının altına inip üstüne çıkarak, havanın bedene girip çıkmasını sağlar.

İnsanların yaşayıp çalıştıkları kapalı yerler, sınırsız temiz havadan yararlanmalarını önler. Kapalı yerlerde hava kirliliğine karşı koyma ve gereken oksijeni sağlama amacıyla, binalar, tüneller, maden ocakları, gemiler ve hava araçları, havalandırma aygıtlarıyla donatılmıştır.

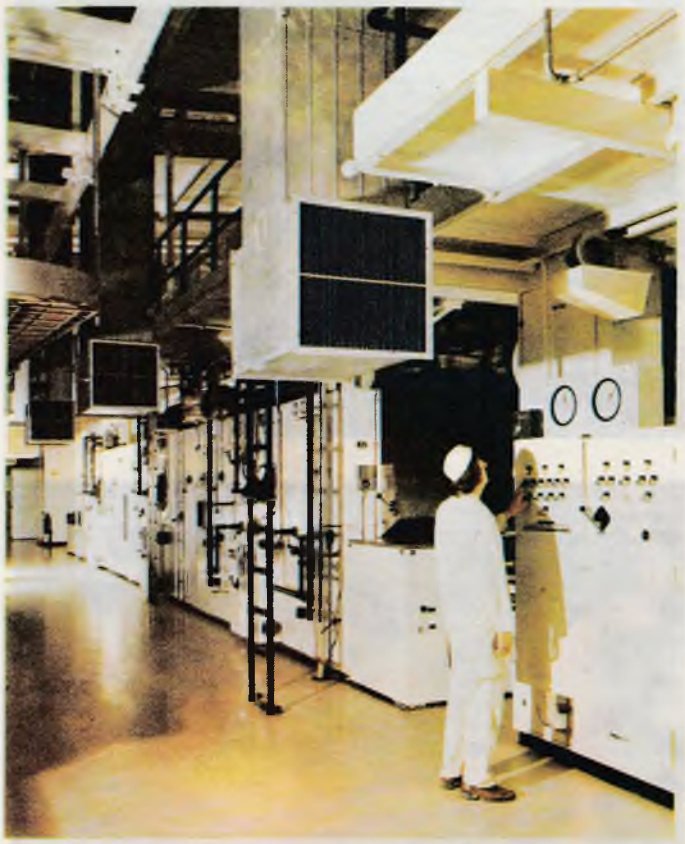
Doğal havalandırma: Yalın barınma yerlerinde, rüzgarın yarattığı basınç değişikliği, pencere ve kapılardan havanın girip çıkmasını sağlar. Ilıman iklimli bölgelerdeki aşağı yukarı bütün ev ve iş yerleri, bu yöntemle havalandırılır.

Hava, sıcaklık arttıkça genleşir. Sıcak hava yükselerek, serin ve yoğun havanın üstüne çıkar. Bu yüzden, konferans salonlarında insan soluğuyla, bürolarda ve evlerde radyatörlerle, endüstri yapılarında ise ısıl işlemlerle ısınan hava yükselir ve çatıdaki ya da duvarların üst kesimlerindeki havalandırma panjurlarından çıkıp, yerini, alt kesimlerdeki açıklıklardan içeri giren serin ve yoğun havaya bırakır. Sıcaklık farkıyla havalandırma, fizik kurallarına bütünüyle uygun bir yöntemdir ve büyük çaplı havalandırma sistemlerinin temelini oluşturur. Dünyadaki büyük çelik fabrikalarının çoğu, bu yöntemle havalandırılır.

Yangın: 1956'da geliştirilen otomatik yangın havalandırma sistemi, havalandırma teknolojisinde yeni bir çığır açtı. Savaş sonrası üretim yöntemleri, fabrikaların büyük ve bölmesiz yapılmalarını gerekli kıldı. Ama büyük alanlar, oksijenin kolay kolay tükenmemesi nedeniyle, yangınların sönmesini de güçleştiriyordu. Sıcak havanın çatıya çarpıp yatay olarak akması nedeniyle, yangın genellikle, fabrikanın ve deponun çatı bölmelerinden yayılır. Bu yüzden, fabrika çatılarına yangın havalandırma panjurları takılır. Dumana duyarlı fotosellerle ya da belli sıcaklıkta eriyerek tetiği açan mekanizmalarla açılan yangın panjurları, ısıyı ve dumanı dışarı atarlar. Bir tek panjur, saatte on ton suyu buharlaştırabilecek miktarda ısıyı dışarı atabilecek güçtedir.

Mekanik havalandırma yöntemleri: Büyük işyerleri, alışveriş merkezleri, çok katlı fabrikalar, yeraltı demiryolları, zehirli gaz ya da toz bulunan bölgeler gibi, doğal havalandırmanın uygun olmadığı yerlerde, mekanik havalandırma zorunludur. Mekanik havalandırmada genellikle, elektrik motoruyla çalıştırılan ve hareketlerine göre *«aksiyal»* ya da *«radyal»* diye adlandırılan vantilatörler kullanılır.

Aksiyal vantilatörler havayı, vantilatör eksenine paralel olarak hareket ettirirler. Vantilatörün kanatları motor mili üstündeki göbeğe takılıdır. Her kanat, dönüş sırasında oluşan disk düzlemine göre hafif bir açı yapacak biçimde yerleştirilmiştir. Bir göbeğe takılmış saç plakalardan oluşan yalın PERVANE'den, hava akımına göre yapılmış boru biçiminde-



Hava emici vantilatöre takılı olan düşey havalandırma kanalları, bu modern fırında çalışanlara temiz hava sağlamaktadır. (üstte)

ki bir kılıf içinde çalışan, açısı ayarlanabilen dökme alüminyum türlere kadar değişen, çeşitli vantilatörler vardır.

Vantilatörlerin temel özelliği, belli bir motor gücüne karşılık, büyük miktarda havayı harekete geçirebilmeleridir. Vantilatör kanatlarının uçları ile göbeğe yakın yerleri arasındaki basınç farkı nedeniyle, süzgeçlerin, ısıtıcıların ve boruların bulunduğu yerlerde bir ters hava akımı oluşabilir. Aksiyal vantilatörler genellikle yalın bir yuvanın içinde, sözgelimi fabrika çatılarındaki hava temizleme deliklerinde, temiz hava kanallarında, pencerelerde ya da havayı değiştirmeden yalnızca serinlik yaratan masa aygıtlarında kullanılır.

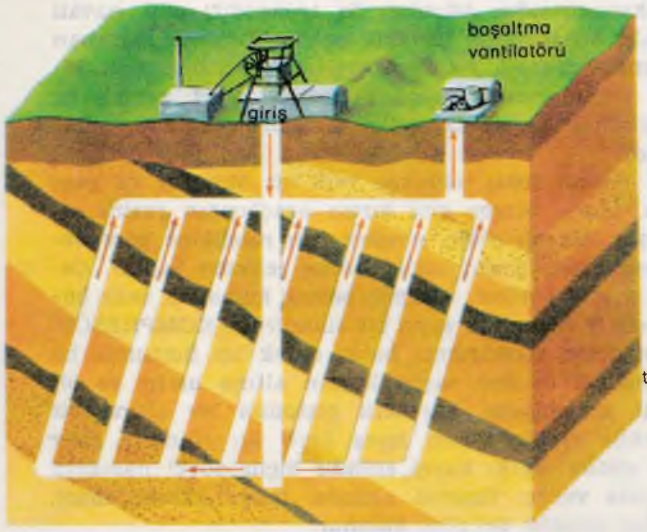
Radyal vantilatörlerde, kanatlar göbekten uzaktır ve mile paralel olarak takılır. Dönen kanatlar havayı, merkezkaç kuvvetiyle savururlar. Kanatların sayısı, kesit kalınlığı ve eğimi, kullanılacakları ortamın basınç, hacim ve ses özelliklerine göre ayarlanır. Bu tür vantilatörler genellikle havanın, süzgeçlerden, nemlendiricilerden, ısıtıcı ya da soğutuculardan geçirileceği sistemlerde kullanılır.

Karışık akımlı vantilatörler, adlarından da anlaşılacağı gibi, söz konusu iki türün üstün yanlarını birleştiren türlerdir.

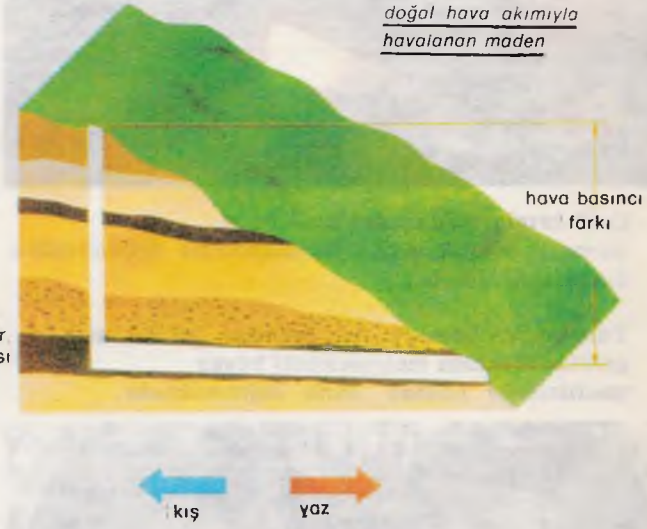
Tehlikeli ortamlar: Zehirli, yanıcı ya da patlayıcı maddelerin bulunduğu yapıların havalandırılması, sıkı kurallara bağlıdır. Bu kurallar, dışarı atılabilecek zehirli gaz yoğunluğuna sınırlamalar getirmektedir. Amaç, zehirli gazı, bu gazı üreten birimin yakınındaki egzoz açıklığından, içerdeki hava akımına kapılmasına izin vermeden dışarı atmaktır. Zehirli gazlı hava, binadan dışarı atılmadan önce ya süzü-

---

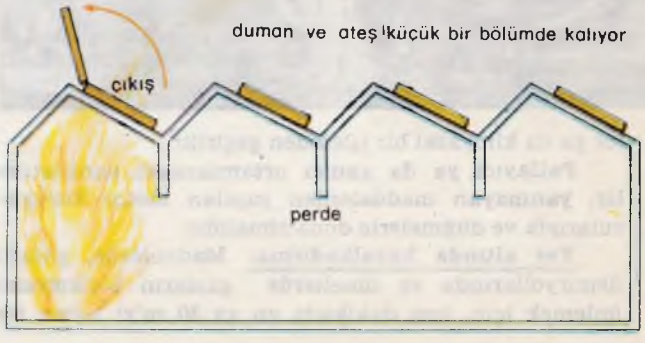
Doğal hava akımıyla havalanan madende hava akımı, basınç farkından doğar, bu nedenle de mevsime göre yönü değişir. (altta) Derin yeraltı madeninde ise basınç farkı, güçlü vantilatörlerle elde edilir. Çizimin en altında, havalandırma yoluyla yangının yayılmasının nasıl önlenebileceği görülmektedir.



maden havalandırması

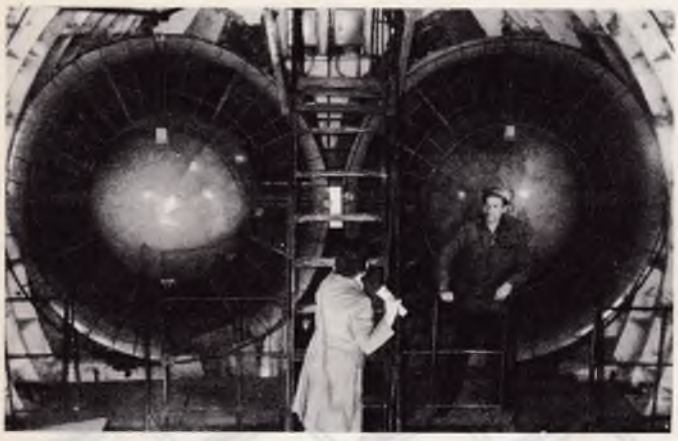


havalandırma yoluyla yangın söndürme



Çelik fırınlarında oluşan sıcak hava, otomatik olarak açılan havalandırma deliklerinden dışarı atılır. (üstte)

Tünellerde, havanın her bölmeye sürekli akması gerekir. Moskova metrosundaki büyük vantilatörler (altta) bunu sağlamaktadır.



lür ya da kimyasal bir işlemden geçirilir.

Patlayıcı ya da yanıcı ortamlardaki vantilatörler, yanmayan maddelerden yapılan motor koruyucularıyla ve düğmelerle donatılmalıdır.

Yer altında havalandırma: Madenlerde, yeraltı demiryollarında ve tünellerde gazların birikmesini önlemek için, hızı dakikada en az 30 m'yi bulan bir hava akımı sağlamak gerekir. Bu tür bir sistemin geliştirilmesi için, söz konusu yapıya ilişkin teknik ayrıntı, gaz yoğunluğu ve miktarı, ısı ve nem gibi özelliklerin bilinmesi zorunludur. Çeşitli yöntemler uygulanabilir; ama tek yönlü hava akımının yangın tehlikesine yolaçması nedeniyle, daha çok, tünel boyunca uzanan egzoz ve besleme borularından yararlanılır. Bu sistemde, boyuna akım ya çok azdır ya da hiç yoktur. Bununla birlikte, tünelin her noktasından zehirli gazlar atılıp, yerine temiz hava verilir.

Severn ırmağının altındaki demiryolu tüneli, 12 m çaplı bir vantilatörün çalışmasıyla, sürekli eksi basınç altında tutulur. Tünele paralel olarak uzanan çıkış borusu, tünelin ortalarına yakın bir yerden çıkar. Böylece, atmosfer basıncında temiz hava, tünelin iki ağzından içeri dolar.

HAVALI ÇEKİÇ

Havalı çekiç, döner (ya da hem döner hem de çekiçli) matkapların tersine, yalnızca bir çekiçleme mekanizmasıdır. Adından da anlaşıldığı gibi, havalı çekiç, sıkıştırılmış havayla çalışır. Böylece sağlanan vurma hareketi, yol kaplamalarının kırılmasında, bina yıkımlarında, kanal kazmada, hattâ gerekli uç değişikliği yapılarak, çelik kazıkları çakmada kullanılır.

Havalı çekiç, oldukça yeni bir buluştur ve kazma, murç, balyoz gibi kırma araçlarının yerini almıştır. Havalı çekiç, gövdesi işin niteliğine göre değişen ağırlıklarda, kalın dövme çelikten yapılır. Çekicin ana parçası, üstünde basınç kumanda valfı bulunan T biçimli, 2 saplı bir silindirdir. KOMPRESÖR'den gelen sıkıştırılmış hava, esnek bir hortumla bu silindirin üstüne, sapın hemen altına ulaşır ve bir valf aracılığıyla, hareketli pistonun bir altına bir üstüne verilir. Gelen hava önce üst silindire girer ve piston aşağı kayıp, silindir biçimindeki hareketli tapete vurur. Tapetin altında, takım (keski, murç, asfalt kesicisi, bel gibi) bulunur.

Tapete vuran pistonun enerjisi, tapetten takıma iletilir. Böylece takım, aynı biçimde çalışma yüzeyine vurur. Tapete vurduktan sonra piston, alt bölüme giren sıkıştırılmış havayla yukarı itilir. Pistonu yukarı ya da aşağı iten sıkıştırılmış hava, bir delikten dışarı atılır.

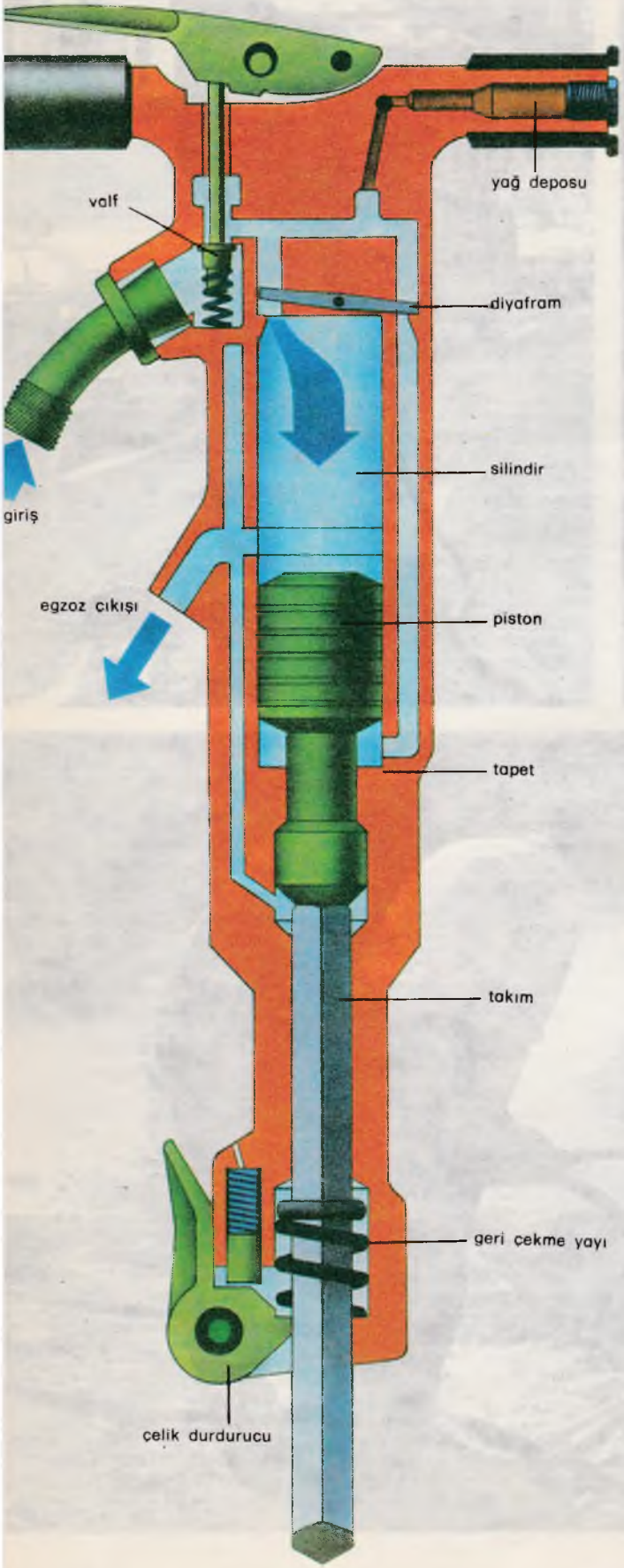
Sıkıştırılmış havanın üst ya da alt bölümlere iletilebilmesi için, gövdeye valflar ve kanallar eklenmiştir. Piston ile tapette aşınmanın düşük olmasını sağlamak için de, sıkıştırılmış hava, sapın hemen altındaki yağ deposundan yağlanır. Aşınmaların daha da azaltılması amacıyla, silindirin üst ve alt ölü noktalarında, pistonun çarpmasını önleyecek hava yastıkları oluşturulur.

Havalı çekiç 6 bar'lık bir basınçla çalışır ve boyutuna göre dakikada 1,1 - 2,1 m^3 arasında değişen miktarda hava tüketir. Çekiçlerin vuruş sayısı, dakikada 1 100 ile 1 500 arasında değişir.

Gürültünün azaltılması: Bütün hava basınçlı ay-

Havalı çekiçler yıkım işlerinde yaygın olarak kullanılır. (üstte solda) Beton döşeme kaldırılırken, önce parçalar halinde kesilip resimdeki gibi vince yüklenir. Takviyeli beton kaplamanın kırılması için de, beton, takviyeye paralel olarak kesilir. Havalı çekicin en çok kullanıldığı alanlardan biri yol kazılarıdır. (üstte sağda) Yollarda havalı çekiçle yapılan çalışmalar, çevredeki insanlar için büyük rahatsızlık kaynağı oluşturur. Bu nedenle, resimdeki aygıtın çevresine bir susturucu kılıf geçirilmiştir. Havalı çekici besleyen kompresörler de, eski modellere oranla oldukça sessiz sayılır.

Havalı kaya çekiçleri, taş ocaklarında, kayaların delinip içlerine dinamit gibi patlayıcı maddelerin yerleştirilmesinde kullanılır. (sağda)



Elle çalıştırılan havalı çekiç. (solda) Kol aşağı bastırıldığında, sıkıştırılmış hava dış bölmeden aşağı iner ve pistonun altına dolar. Yukarı itilen piston, diyaframı açılmaya zorlar, buradan giren hava, pistonu aşağı iter.

gıtlar gibi, havalı çekiç de titreşim ve gürültüye yol açar. Bunu azaltmak için, MOTOSİKLET'lerdekine benzer donanımlar kullanılmaktadır. Birçok yapımcı, özellikle rahatsız edici olan egzoz çıkışına, sesi kısacak plastik susturucular takmaktadır. Ancak, pistonun tapete, tapetin de takıma vurduğu yüksek frekanslı hareketin gürültüsünü kısmak daha güçtür. Sorun, gövdenin çevresine dışı çelik kaplı, lastik bir kılıf geçirmekle bir ölçüde çözülmüştür.

HAVALI DİREKSİYON

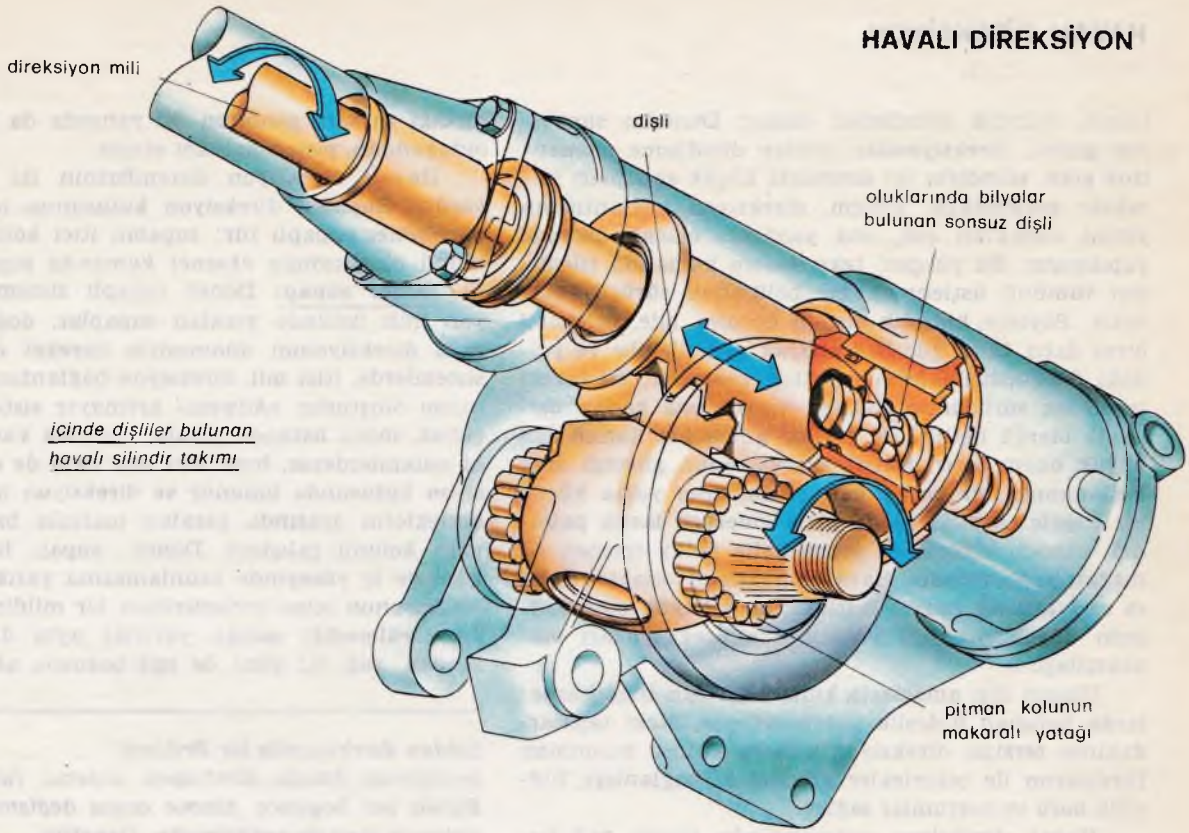
Günümüzde OTOMOBİL'ler, eski otomobillerden çok daha büyük ve ağırdır. Eskiye oranla daha geniş olan ve aralarında daha büyük bir uzaklık bulunan lastiklere, eskisi kadar çok hava basılmaz. Ayrıca, bütün otomobilin, özellikle de eskisinden çok daha büyük olan motorun ağırlığının yarısından çoğu, ön tekerlekler tarafından taşınır.

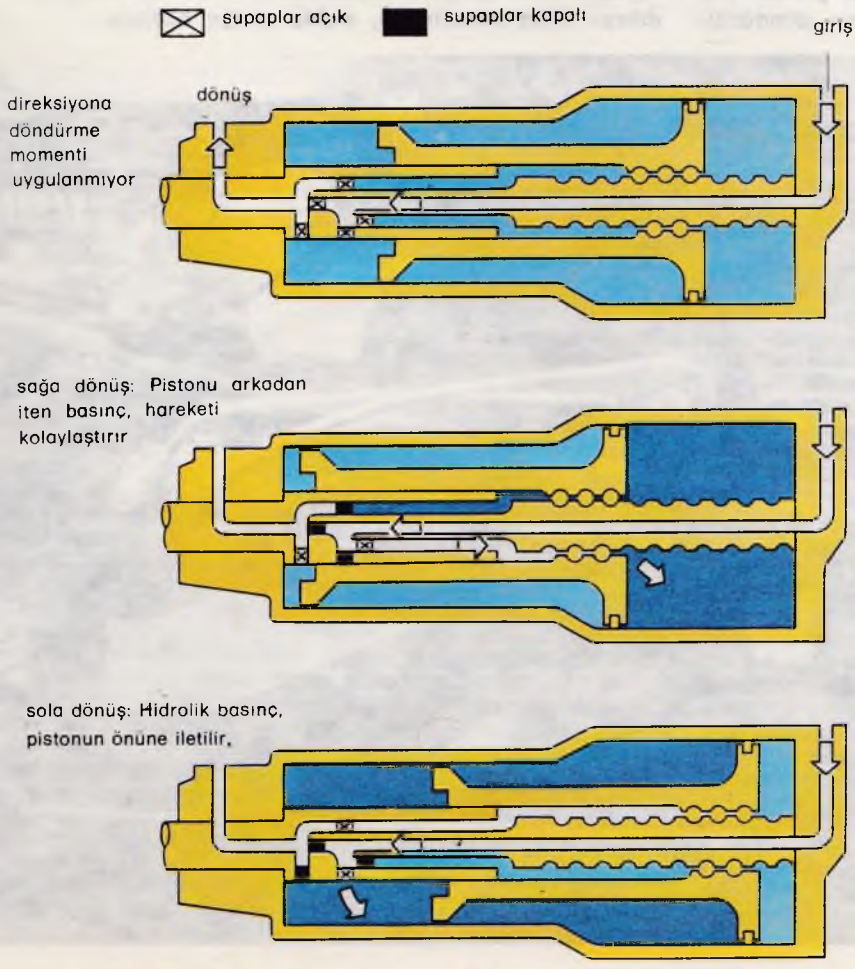
Kullanımı kolaylaştırma amacıyla, direksiyon milinin sonunda yeralan direksiyon kutusundaki DİŞLİ ÇARKLAR'ın oranı, tekerleklerin dönmesi için daha az döndürme momenti (Bk. DİNAMİK) gerektirecek biçimde değiştirilmiş, ama bu kez de, sistemin uygulandığı modern otomobillerde, tekerleği eski otomobillerdeki kadar döndürmek için, direksiyon simidinin birkaç tur daha çok döndürülmesi gerekmişti. Oysa 1940 yılından önce yapılan otomobillerde, direksiyonun toplam dönme miktarı 2,5 ya da 3 turdu. Günümüzde, havalı direksiyonu bulunan otomobillerde, direksiyonun toplam dönme miktarı 3 tur kadardır.

Havalı direksiyon ilk olarak 1920'lerde geliştirildi. İlk sistemlerden birini, lüks otomobiller üreten Pierce Arrow firmasında çalışan bir mühendis yaptı. General Motors firması, 1930'larda, istenen otomobile havalı direksiyon sistemi takmayı planlıyordu. Ama, ekonomik bunalım, amaçlanan gelişmenin gerçekleştirilmesini engelledi. İkinci Dünya savaşı sırasında, askeri taşıtlara havalı direksiyon takılmaya başlandı. 1952 yılında Chrysler şirketi aynı sistemi, ürettiği otomobillere de uyguladı. Günümüzdeyse havalı direksiyon, A.B.D. yapısı büyük otomobillerin çoğunda, standart donanım sayılmaktadır.

Elektrikli aygıtların da denenmiş olmasına karşılık, günümüzde yaygın olarak kullanılan havalı direksiyon sistemlerinin tümü hidroliktir. Yaklaşık 70 barlık basınç, otomobilin motorundan güç alan bir pompayla sağlanır. SERVOMEKANİZMA olarak çalışan bu sistem, sürücünün direksiyona döndürme momenti uygulamasına yardımcı olur. Sistemin en önemli iki parçası, *itici* ile *denetim supabıdır*. İtici, ortasında iki yöne de hareket edebilen bir piston bu-

HAVALI DİREKSİYON





Bu havalı direksiyon modelinde, direksiyon kutusunun içinde bulunan döner supaplar kullanılmaktadır. Direksiyona döndürme momenti uygulanmadığı zaman, yani araç bir düz çizgi üstünde giderken, bütün supaplar açık olduğundan, pistonun ön ve arkasında basınç eşittir. Direksiyon bir yöne döndürüldüğü zaman, ilgili supaplar kapanır ve uygun taraftan basınç uygulanarak pistonun hareketi kolaylaştırılır. Herhangi bir nedenle basıncın ortadan kalkması durumunda, direksiyon mekanik olarak yönetilebilir. Rotlar mafsal kollarına bağlanır ve dişli oranları, küçük bir piston hareketinin tekerleklerde büyük bir dönme sağlayacağı biçimde seçilir.

lunan, hidrolik silindirden oluşur. Denetim supabının görevi, direksiyondan iletilen döndürme momentine göre, silindirin iki ucundaki küçük supapları harekete geçirmektir. Sistem, direksiyon bağlantısının yerini almaktan çok, ona yardımcı olacak biçimde yapılmıştır. Bu yüzden, tekerleklere kumanda işleminin tümünü üstlenmez, bir bölümünü sürücüye bırakır. Böylece, hidrolik sistem bozulsa bile, otomobil biraz daha fazla güç harcanarak yönetilebilir ve yoldaki düzgünsüzlüklerin yarattığı çekmeler, ön tekerleklerden sürücünün tuttuğu direksiyona kadar mekanik olarak iletilir. Bu özellik, güvenli kullanım için büyük önem taşır. Havalı direksiyonun güvenli araç kullanımına bir başka katkısı da, araç yolda küçük bir engele çarptığı ya da hızla giderken lastik patladığı zaman, sürücünün araca daha kolay egemen olmasını sağlamasıdır. Havalı direksiyon olmasa, geniş ve sert tabanlı radyal lastikleri olan büyük otomobillerin düşük hızlarda yönetilmesi, aşağı yukarı olanaksızlaşırdı.

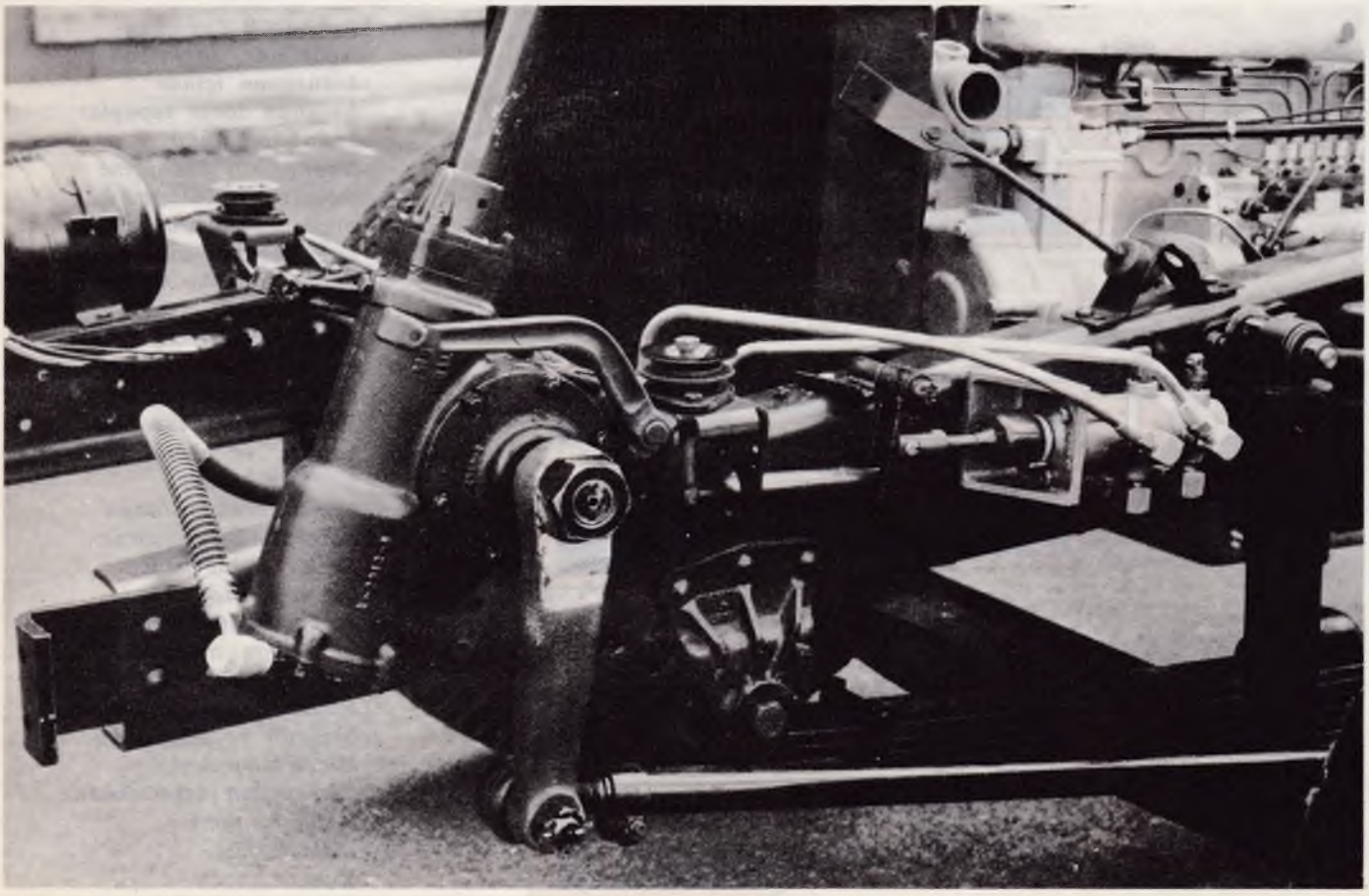
Ulaşım dışı amaçlarla kullanılan bazı başka araçlarda bulunan hidrolik sistemlerdeyse, öteki taşıtlardakinin tersine, direksiyon mili ve kutusu bulunmaz. Direksiyon ile tekerlekler arasındaki bağlantıyı, hidrolik boru ve hortumlar sağlar.

Havalı direksiyon sistemlerinde, içinde yağ bulunan bir depo vardır. Motor çalışırken, gerekli yağ basıncı sürekli sağlanır. Ama direksiyon döndürülmediği zaman, pistonun iki yanında da basınç aynı olduğundan, piston hareket etmez.

Havalı direksiyon sistemlerinin iki temel türü vardır: Supabın direksiyon kutusunun içinde yeraldığı *döner* supaplı tür; supabın itici kolun bir bölümünü oluşturduğu *eksenel kumanda* supaplı tür.

Döner supap: Döner supaplı sistemde, direksiyon mili üstünde yeralan supaplar, doğrudan doğruya direksiyonun dönmesiyle hareket ederler. Bazı sistemlerde, itici mil, direksiyon bağlantısının bir parçasını oluşturur. «Adwest» kremayer sisteminde, itici çubuk, milin üstünde yeralır. «Marles Varamatic» gibi sistemlerdeyse, hem itici mil, hem de supap, direksiyon kutusunda bulunur ve direksiyon milini ön tekerleklerin arasında yeralan mafsala bağlayan pitman kolunu çalıştırır. Döner supap, hem üstünde hem de iç yüzeyinde uzunlamasına yarıklar bulunan bir borunun içine yerleştirilmiş bir mildir. Direksiyon döndürülmediği zaman yarıklar aynı düzeye geldiğinden, yağ, iki yöne de eşit basınçla akar. Direksi-

Soldan direksiyonlu bir Bedford kamyonun havalı direksiyon sistemi. (altta) Bütün tur boyunca dönme oranı değişmez kalan bu sistemin turu da azaltılmıştır. Denetim supapları, direksiyon kutusundadır (resmin solunda dikey). İtici silindir ise, sağda şasiye bağlıdır.



yonun döndürülmesiyle yarıkların düzeyi değiştiğinden, yağ yalnızca bir tek yöne akar. Sistem, direksiyon ne kadar çok döndürülürse, yükün o kadar hafifletileceği biçimde düzenlenebilir. Böylece, tekerlekler düz durumdayken, sistemin katkısı en aza iner.

Eksenel kumanda supabı: İleri geri doğru çalışan eksenel kumanda supabı, özellikle kamyonlarda, direksiyon itici mili üstünde bulunur. Direksiyonun döndürülmesiyle bağlantılara iletilen yük, supabı harekete geçirir. Bu sistemlerde itici silindirin gövdesi, direksiyon mafsalını taşıyan çapraz parçanın üstüne, pistonun ucu da otomobilin şasisine bağlanır ve iticinin, çalıştığı zaman şasiden kuvvet alarak itmesi ya da çekmesi sağlanır.

HAVALI FRENLER

Otomobillerdeki alışılmış FREN sistemleri, yani hidrolik frenler, fren pedalı aracılığıyla hareket eden *merkez silindiri* ile tekerleklerde bulunan ve merkeze borularla bağlanan *tekerlek silindirlerinden* oluşur. Tamburlu frenlerdeyse, merkezdeki bir tek piston, her tekerlekte iki tane olan toplam sekiz pistonu harekete geçirir.

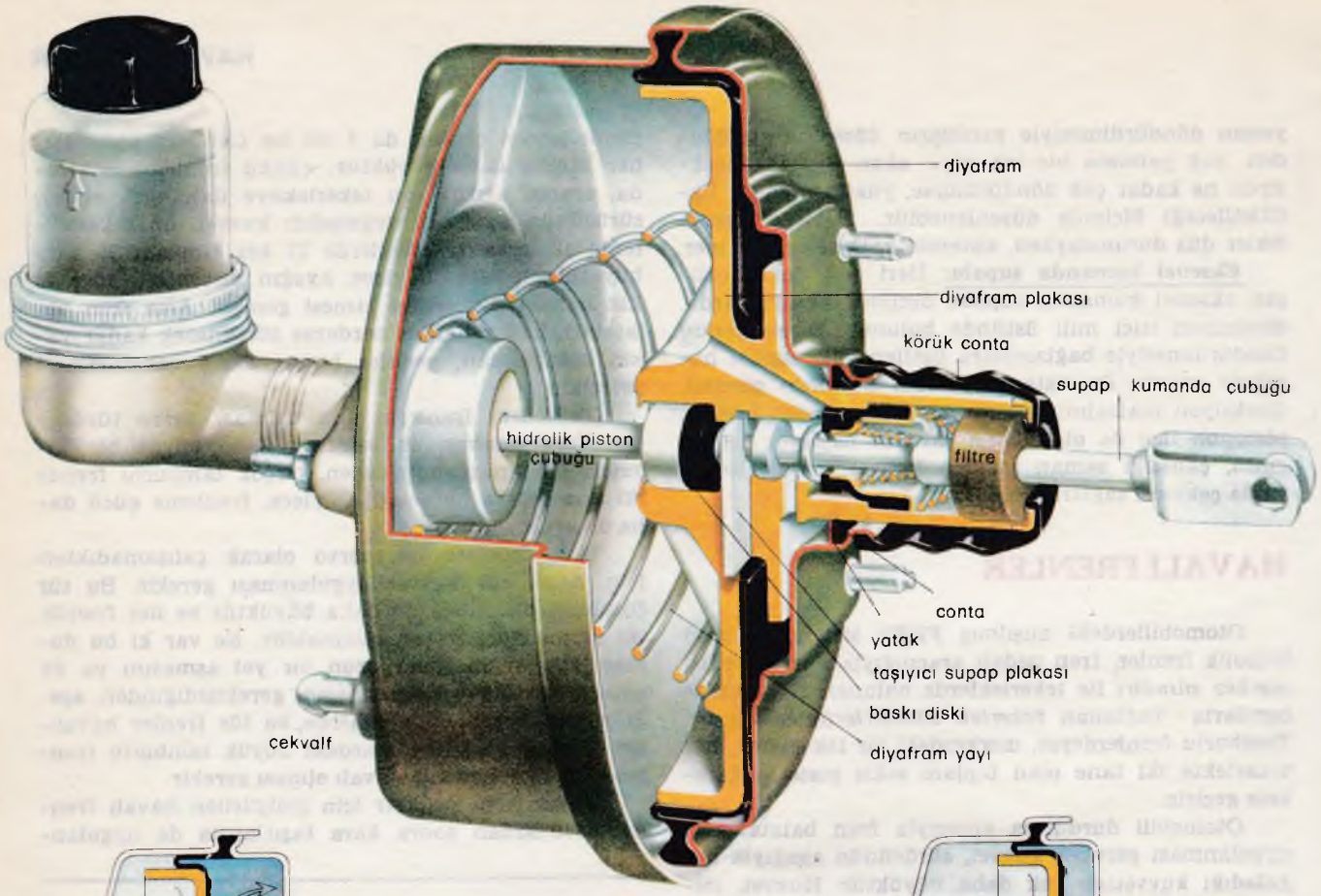
Otomobili durdurma amacıyla fren balatalarına uygulanması gereken kuvvet, sürücünün ayağıyla uyguladığı kuvvetten çok daha büyüktür. Kuvvet, sistemin *mekanik kazancıyla* büyütülür. Sözgelimi, fren pedalı kaldıraç sisteminin, merkez silindire ayakla uygulanan kuvvetin üç katını iletecek biçimde düzenlendiğini düşünelim (KALDIRAÇ yasalarına göre, bu durumda ayağın, pistona oranla üç kat daha çok yol aşması gerekir). Merkez pistonunun çapı 2 cm, ön fren pistonlarının çapları 4 cm, arka fren pistonlarının çapları da 3 cm ise (ön fren pistonları her zaman daha büyüktür; çünkü frenleme sırasında, aracın ağırlığı ön tekerleklere daha çok etkir), sürücünün ayağının uyguladığı kuvvet, ön tekerleklerde 48, arka tekerleklerde 27 kez (toplam 75 kat) büyütülmüş olur. Böylece, ayağın pistonlara göre 75 kat daha çok hareket etmesi gerekir. Ama fren balataları, kampanalara nerdeyse sürtünecek kadar yakın olduğundan, pedalın birkaç cm hareket etmesi yeterlidir.

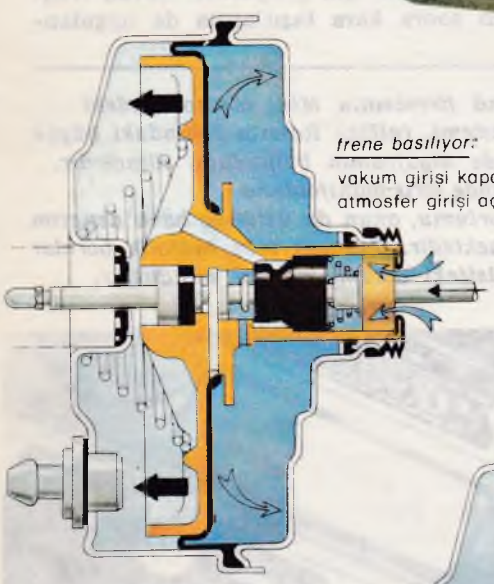
Tamburlu frenlerin ana balatası, *servo* türdendir. Yani tambur, bu balataya daha büyük bir basınçla sürtünür (bu yüzden, birçok tamburlu frende iki ana balata bulunur). Böylece, frenleme gücü daha da artar.

Disk frenlere ise, servo olarak çalışamadıkları için, daha çok kuvvet uygulanması gerekir. Bu tür frenlerin pistonları da daha büyüktür ve her frende, iki yerine dört piston bulunabilir. Ne var ki bu durum, ayağın ya daha uzun bir yol aşmasını ya da pedala aşırı kuvvetle basmasını gerektirdiğinden, aşağı yukarı bütün otomobillerde, bu tür frenler havalıdır. Otobüs ve kamyonlardaki büyük tamburlu frenlerin de, aynı nedenle havalı olması gerekir.

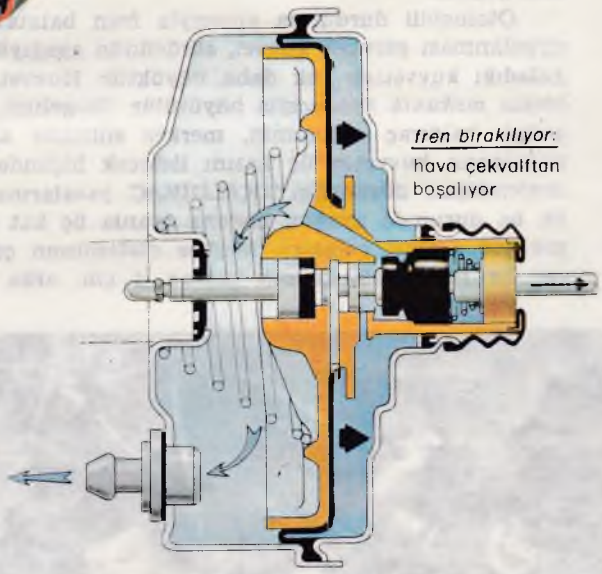
Başlangıçta uçaklar için geliştirilen havalı frenler, 1940'lardan sonra kara taşıtlarına da uygulan-

British Leyland firmasının Mini otomobilindeki havalı fren sistemi. (altta) Resmin solundaki büyük yuvarlak, içinde diyaframın bulunduğu silindirdir. Silindirin üstünde giriş manifolduna giden hava hortumu, onun da üstünde hava denetim supabı görülmektedir. Üstünde ince hidrolik borular bulunan sol üstteki bölüm, merkez silindiridir.

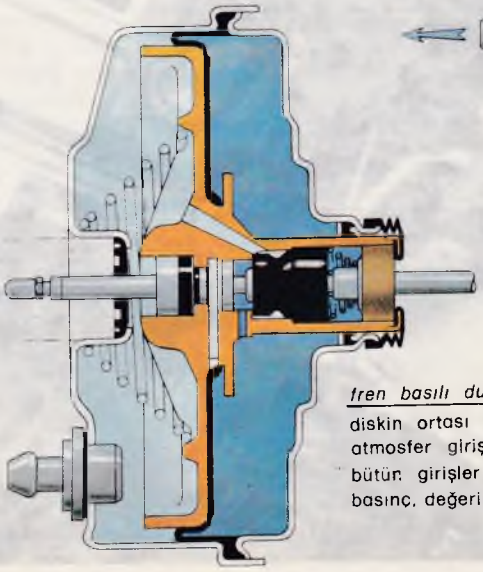




frene basılıyor:
vakum girişi kapalı,
atmosfer girişi açılıyor



fren bırakılıyor:
hava çekvalftan
boşalıyor



fren basılı durumda:
diskin ortası ileri çıkarak
atmosfer girişini kapatıyor;
bütün girişler kapalı olduğundan,
basınç değerini koruyor

vakum

atmosfer basıncı

boşalma

maya başlandı. Günümüzde fren sistemleri, büyük bir otobüsü durdurmak için bile, küçük bir otomobildekinden daha çok kuvvet harcamayı gerektirmeyecek biçimde düzenlenmektedir.

Vakumlu servo frenler: Özel otomobillerin çoğunda *vakumlu servo frenler* bulunur. Benzin motorları çalışırken, giriş manifoldunda, hava basıncından 0.7 bar kadar düşük bir kısmi vakum bulunur. Bu bölgeye bir hortum bağlanarak, söz konusu vakumdan yararlanılabilir. Vakum en yüksek değerine, sürücü ayağını gaz pedalından kaldırdığı zaman eriştiğinden, bundan da frenleme için yararlanılır. DİZEL MOTORU'nda böyle bir vakum bulunmaz; motora bağlı ayrı bir vakum pompası kullanılır.

Havalı fren silindirinin içinde, giriş manifolduna bağlı iki bölümü birbirinden ayıran, lastikten yapılmış büyük bir diyafram bulunur. Diyaframın iki yanındaki bölümlerden biri doğrudan doğruya, ikincisi ise merkez silindirindeki basınca göre açılıp kapanan bir denetim supabı üstünden, giriş manifolduna bağlanır. Büyük bir itici yay, diyaframı, bu ikinci bölüme doğru bastırır.

Merkez silindirden gelen fren hidroliği, içinde küçük bir piston bulunan yardımcı silindire geçer. Yardımcı silindirdeki pistonun üstünde bir delik vardır ve havalı fren çalışmadığı zaman (sözgelimi motor durduğu sırada), merkez silindirin basıncı, bu delikten doğrudan doğruya tekerleklere iletilir.

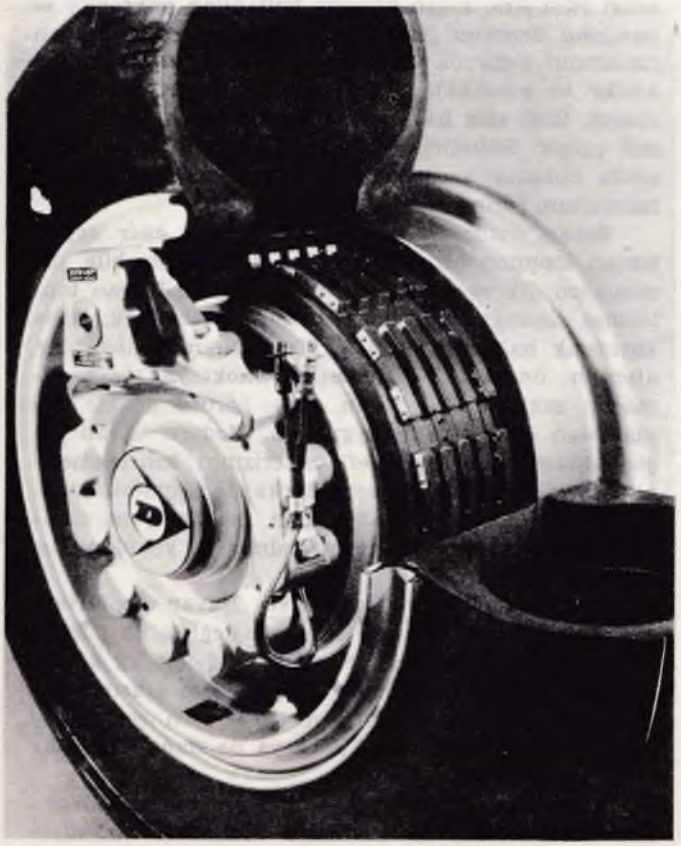
Yardımcı silindirden geçen bir kanal, içinde hava denetim supabına bağlı piston bulunan başka bir silindire açılır. Merkez silindirdeki basınç bu pistonu hareket ettirince, supap açılır ve diyaframın bir yanına dışardan hava dolar. Dışardan gelen hava, giriş manifoldundakinden daha yüksek basınçta olduğundan, diyaframı, silindirin içinde öbür yöne, yani yayın üstüne doğru iter. Diyaframa bağlı bir çubuk, yardımcı silindirdeki pistonun deliğini kapatır ve pistonun hareket ederek frenleri sıkıştırmasını sağlar (delik kapanmasaydı, yardımcı piston ile fren arasındaki yüksek basınç, merkez silindire geri iletilerek fren pedalını hızla yukarı iterdi).

Sürücü, yeterince fren yaptığını düşünüp, pedala basmayı kestiği zaman, hava denetim supabı kısmen kapanarak, yalnızca freni o durumda tutmaya yetecek kadar havanın içeri girmesine izin verir. İçeri giren hava, fren pedalına uygulanan kuvvetle orantılı olduğundan, sürücü, giren hava miktarını, dolayısıyle de frenlerin basıncını, denetim altında tutabilir. Ayak, fren pedalından kaldırılınca, hava denetim supabı bütünüyle kapanır ve diyaframın iki yanında basınç dengelendiğinden, itici yay, diyaframı yeniden öbür yöne bastırır.

Sistemin arızalanması hiç bir tehlike doğurmaz; çünkü hava sisteminde bir kaçağın ortaya çıkması ya da manifoldda vakum oluşmaması durumunda, yardımcı pistonun üstündeki delik açık kalır ve ana silindir, doğrudan doğruya (havalı sistemin aracılığı olmadan) frenlere bağlanır. Frene daha kuvvetli basması gerekeceğinden, sürücü de uyarılmış olur.

Hava basınçlı frenler: Büyük taşıtlarda (Bk. KARAYOLU YÜK TAŞIMACILIĞI), genellikle hava basınçlı frenler kullanılır. Bunlar, hidrolik frenlere benzemelerine karşılık, sıvı basıncı yerine hava basıncıyla çalışırlar. Gerekli basınç, hidrolik pompa yerine, motora bağlı bir kompresörle sağlanır. Sürücünün karşısındaki tabloda, alçak basınç uyarı lambası ve basınç göstergesi ile yedek fren sistemleri yeralır.

Bu tür havalı frenlerde vakum, silindirden çok, sürücünün uygulaması gereken kuvvete yardımcı olur. (solda) Aralarında vakumla çalışan diyaframın bulunduğu itici çubuklar, vakumun oluşmaması durumunda, doğrudan doğruya mekanik bağlantı sağlarlar. Sözgelimi, motor çalışmadığı zaman vakum oluşmaz. Çok diskli türden modern bir uçak freni. (altta) Silindir sayısının çok olması ve gereken aşırı frenleme kuvveti, frenlerin havalı olmasını kaçınılmaz kılmaktadır.

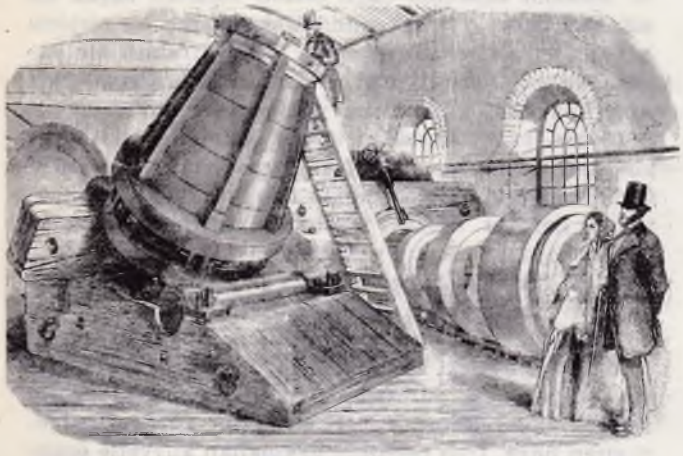


HAVAN TOPU

Havan topu, yüksek mermi yollu bir ateşli silahtır. Toptaki tepme, bir taban plakasıyla, doğrudan toprağa verilir. Birçok ülkenin silahlı kuvvetleri tarafından kullanılmakta olan geleneksel havan topunda, düzgün bir namlu vardır. Namlu ağızdan doldurulur. Top, kanatçıklarla dengede tutulan ve ses-

altı hızlarda hedefe giden bir mermi atar. Değişik miktarda barutla, çeşitli etki alanları sağlanır. Silahın menzili, yüksekliğin değiştirilmesiyle ayarlanır. Havanın yüksek mermi yolu, bu silahın, tepelerin arkalarına, vadi içlerine ya da çukur yerlere yerleştirilmesine ve siper arkalarında ya da çukur yollarda bulunan düşman hedeflerine atış yapılmasına izin verir.

Havan topu, en eski silahlardan biridir. 1453 yılında İstanbul'un fethinde Fatih Sultan Mehmed tarafından kullanılmıştır. Avrupa'da yapılan ilk havan toplarına, «*bombard*» adı verilirdi. Bu toplar, yuvarlak metal bir kap ile bunun bağlandığı ahşap bir tabandan oluşmakta ve kuşatılmış kent ve kalelerden, kıyıya yakın düşman gemilerine karşı kullanılmaktaydı. Söz konusu silahın, başka bir türü de gemilerde kullanılırdı. Zamanla, başka top türlerinin ortaya çıkmasıyla, havan topu bir süre kullanılmaz oldu ve ancak, Sir Wilfred Stokes'un Birinci Dünya savaşında 7,6 cm'lik (3 parmaklık) bir havan yapmasıyla yeniden ortaya çıktı. Bu kalibre toplar, günümüzde de başarıyla kullanılmaktadır. Kuşkusuz en büyük havan topu, 1944'te A.B.D. ordusu için yapılan ve «Küçük David» diye adlandırılan havandı. Kalibresi, 915 mm (36 parmak) olan Küçük David, 1 700 kg ağırlığında mermiler atardı.



1857 yılında yapılmış olan 91 cm'lik Mallet havanı. (üstte) Bu havan, bir ton ağırlığındaki bir mermiyi 2 314 m'ye atabilmekteydi.

Birinci Dünya savaşında kullanılan, 5,1 cm'lik siper havanı. (altta solda) Merminin küresel ucu yüksek bir patlayıcıyla doludur, onun da ucunda bir darbe tapası bulunmaktadır. Bu havan topu, namlunun dibinde bulunan bir ateşleme mekanizmasına konan kurusıkı bir mermiyle ateşlenir.

Modern bir 81 mm'lik havan topu. (altta sağda) Bu silah iki ya da üç kişilik bir atış ekibi tarafından kullanılır. En uzun atış menzili 4 500 m'dir.

Yapısı: Havan topları genellikle dört ana parçadan oluşur: *Namlu; taban; top kundağı; nişangah.* Namlu, hem içi hem de dışı düz ve pürüzsüz olan çelik bir borudur; ama bazı namlularda, soğutmaya yardımcı olan radyal kanatçıklar bulunur. Ateşleme mekanizması, namlunun dibine vidalanır. ATEŞLEME MEKANİZMALARI, genellikle namlu ağzından konulan merminin namlu dibine düşmesiyle sevk barutunu ateşleyen yalın bir saplamadan oluşur. Bazı havanlarda bu mekanizma, dışta bulunan bir tetikle denetlenen yaylı bir aygıt biçimindedir. Taban plakası, silahın toprağa batmasını önlemek için, sevk barutunun tepmesini olabildiğince geniş bir alana yayacak biçimde yapılmıştır. Kundak, genellikle iki ayaklı (bazı havanlarda üç ayaklı) bir sehpadır. Havan kundağı (ya da sehpası), namluya destek olmasının yanı sıra, nişan almada kullanılan *yükseklik* ve *yanlama* denetimi mekanizmalarını da taşır. Havan toplarının çoğunda bulunan amortisör, kundağa takılıdır ve genellikle bir ya da iki, yaylı silindirden oluşur. Bazı ağır havanlarda bu sistem, hidrolik olarak çalışır. Silindirler, namlu bileziği ile sehpa arasında bulunur ve taban plakasının tepkisiyle itilen namlunun, yerine dönmesini sağlar.

Sehpa üstünde bulunan bir *çapraz ayar aygıtı*, havan topunun oturduğu toprak eğimli olsa bile, nişangahın dik ve doğru durmasını sağlar. Havan toplarının nişangahları son yıllarda geliştirilerek, daha karmaşık hale getirilmiştir. İlk yapılan nişangahlar, atıcının, önceden belirlenen bir noktaya nişan almasını sağlayan bir nişan alma borusu ile bir düz plakadan oluşan yalın aygıtlardı. Modern havan nişangahlarıysa, hem hedef kerterizinin belirlenmesini, hem de kerteriz ve menzilin kayda geçmesini sağlamaktadır. Böylece, isabet alan hedefe, yeni menzil hesapları yapmaya gerek kalmadan yeniden atış yapılabilmektedir.

Havan toplarının özellikleri: Havan toplarının kalibresi, 60 mm-100 mm arasında değişir. 60 mm'lik hafif havan toplarının mermileri, 0,45-1,36 kg ağırlığında, atış menzilleri de 500 m - 2 000 m arasındadır. Ağır havan toplarının atış menzilleri en çok 10 000 m, mermi ağırlıkları da 6,8 kg ya da daha ağır olabilir.

Havan topları, parça sayılarının az, atış denetim sistemlerinin de karmaşık olmaması nedeniyle

yalın silahlardır. Üretimleri de kolay ve ucuzdur. Silahın ve nişangahının yalınlığı, 360°'lik alan içindeki bütün hedeflere çok kısa sürede çevrilebilmesini sağlar. Ayrıca, mermi yatağındaki görece düşük basınç, fazla miktarda yüksek patlayıcı içeren hafif gövdeli mermilerin kullanılmasını olanaklı kılar. Söz konusu özellikler, mermi yolunun aşağı yukarı dik olmasıyla birleştiğinde, havan topunun, açık alanda bulunan birliklere karşı, topçu ateşinden daha etkili bir silah haline gelmesini sağlar. Buna karşılık havan topları, hedefi bulma açısından öteki silahlardan zayıftır.

HAVA TAHMİNİ

İnsanlar çok eski çağlardan bu yana hava tahminlerinde bulunmuşlardır; ama havanın bilimsel yöntemlerle incelenmesi, oldukça yenidir. Hava tahmini konusunda önemli girişimler, ancak elektrikli TELGRAF gibi haberleşme araçlarının ortaya çıkmasıyla gerçekleşmiştir.

İngiltere Meteoroloji Kurumu'nun ilk başkanı olan Amiral Fitzroy, 1863 yılında alçak basınç alanlarının oluşmasında sıcak ve soğuk hava kütlelerinin rolünü saptadı. 1918-1921 yılları arasında, V. ve J. Bjerknes adlı iki Norveçli, siklonların oluşmasını açıklayan *Bergen kuramını* geliştirdiler. Bu kuram, günümüzde de, hava tahminleri konusunda ve havanın incelenmesinde birçok yöntemin temelini oluşturur. 1940 yıllarında İngiliz R. C. Sutcliffe ve İsveçli S. Peterssen, üç boyutlu inceleme ve hava tahmini yöntemlerini ortaya attılar ve bütün meteorologların yararlanabileceği analitik ve ampirik araçlar geliştirdiler.

Bundan sonra, bilgisayarların ortaya çıkışına kadar büyük bir ilerleme görülmedi. Günümüzde dünyanın önde gelen meteoroloji istasyonlarında, yüksek hızlı BİLGİSAYARLAR kullanılmaktadır. Bilgisayarlar, başlangıç ölçümlerini, hava değiştikçe sürekli yenileyerek, gerçek zaman boyutunda hava tahmin çizelgeleri hazırlamaktadırlar.

Kısa vadeli hava tahmini: Bulutların hareketini ya da sağnak biçimindeki yağışı radardan izleyen gözlemci, belli bir yer ve bir, iki (hattâ altı) saat sonrası için, oldukça doğru hava tahminleri yapabilir. Ancak, daha uzun vadeli tahminler yapabilmek için, çok geniş bir alandaki hava koşullarını bilmek gerekir. Bu alan, 24 saatlik bir hava tahmini için 5 000 km'yi, daha uzun süreler içinse, bütün bir yarıküreyi içine alabilir.

Yarıkürenin bir yerindeki atmosfer olayları, havanın genel dolaşımı nedeniyle, yarıkürenin başka

Olympos dağındaki (Yunanistan) ışınım kaydediciler. (altta)

yerlerindeki gelişmelere bağlı olabilir. Ayrıca, oluşan süreçler, yalnızca yer değiştirme biçiminde değildir. Hava tahmincisi, kendi yöresindeki hava sistemlerinde büyük bir değişiklik görülmese bile, bütün yarıküredeki atmosfer oluşumlarını bilmek zorundadır.

Bir Birleşmiş Milletler kuruluşu olan Dünya Meteorolcji Örgütü'nün (WMO) desteğiyle kurulmuş olan meteorolojik haberleşme sistemi, bütün yarıkürede 12 saatte bir, yarıkürenin yarısında 6 saatte bir, daha küçük bölgelerde de 3 saatte bir, eksiksiz bilgi alışverişi sağlamaktadır. Yapılan gözlemlerin (Bk. METEOROLOJİ) sonuçları, bölgelere, ülkelere ve kuşaklara göre düzenlenir. Böylece beş basamaklı yedi ya da sekiz sayıdan oluşan bir şifre dizisi, belli bir yerdeki hava konusunda bütün bilgiyi verir. Aynı yöntemle, veri alışverişinde de bulunulur ve bütün yarıküre için, düzenli aralıklarla çizelgeler hazırlanır. Böylece, herhangi bir ülkedeki bir meteorolog, gerekli hava raporunu, gözlemin yapılışından aşağı yukarı iki saat sonra elde edebilir. Veriler, ulusal meteoroloji merkezlerindeki bilgisayarlara verilerek, tahmin için gerekli hesaplara uygun nitelikleri ve tutarlılığı taşıyıp taşımadıkları denetlenir. Aynı anda atmosfer ses aygıtlarından (radyosonda) gelen veriler, dünyanın her yanına ulaştırılarak, rüzgarlar, sıcaklık ve nem derecesi konusunda bilgi verilir.

En yaygın hava tahmini yöntemi, «*izobar*»lar (eşbasınç çizgileri) ve «*cephe*»*ler* (iki kütlenin karşılaştığı sınır) içeren bir dizi hava tahmin çizelgesi hazırlamaktır. Atmosferin belli bir andaki durumunu yansıttıkları için, bunlara, «*sinoptik çizelgeler*» denir. Hem yer düzeyi için, hem de 15 000 m yüksekliğe kadar düzenli aralıklarla hazırlanan çizelgeler, hava tahmincisine, atmosferin son durumu ile hava sistemlerinin hareketi ve gelişmesi konusunda, üç boyutlu, oldukça iyi bir gösterge verir.

Hava değişikliklerinin yeralabileceği alanların, sözgelimi bir alçak basınç alanının oluşmasını, genişlemesini ve hareket yönünü ya da bir yüksek basınç alanının oluşmasını saptamak için, bu çizelgelere, çeşitli matematiksel ampirik kural ve deneyler uygulanabilir. Zamanla, hava tahmincileri, çizelgeleri ve bunlarla ilgili ampirik tahmin yöntemlerini kullanmada oldukça uzmanlaşmışlardır. Günümüzde sayısal yöntemler, bu uzmanlığı tamamlamıştır (bir ölçüde de yerlerini almıştır). Sayısal yöntemlerde atmosfer hareketini betimleyen temel matematiksel ve fiziksel denklemler, son veriler kullanılarak, gerçek zaman için çözülür.

Matematiksel betimleme: Temel denklemler, açısal momentumun korunumu ilkesine dayanan hareket denklemleri (en yalın biçimiyle, rüzgar ile basınç değişiklikleri ve dünyanın dönmesinden doğan kuvvet arasında bir ilişki kurar) ve basınç ile yükseklik ve yoğunluk arasında ilişki kuran hidrostatik denklemlerdi. Hava tahmini sorununun karmaşık olması nedeniyle ve bu denklemlerin çözülebilir olması için, birçok fiziksel ve matematiksel varsayım yapmak gerekir. Ayrıca, bir girdabın ya da atmosferdeki sarmal

dönme olayının matematiksel ifadesi gibi, bir ya da daha çok denklemden yararlanmak da gerekebilir. Belli denklemler ve varsayımlar topluluğuna, «*hava tahmin modeli*» denir. Normal olarak, bilgisayarın verdiği sonuçlar, atmosferdeki çeşitli basınç düzeylerini gösteren çizelgelerden oluşur. Bu düzeyler 700 milibar (3 000 m), 500 milibar (5 600 m), 300 milibar (9 000 m) ve 200 milibar (12 000 m) kadardır. Çizelgedeki çizgiler, 60 metrelik bölümler halinde yükseklikleri gösterir ve çizgi aralıkları ile rüzgar arasında doğrudan ilişki vardır.

En gelişmiş modeller bile, ancak çok genel bir hava tahmini tablosu sunabilmektedir. Bu, özellikle, tahmin kısa bir süre içinde yapılacaksa geçerlidir. Bununla birlikte, önceden yapılan hesaplar, beklenilen basınç dizisini ve rüzgarları oldukça iyi belirtmekte, rüzgarların rol oynadığı olaylarda (sözgelimi uçuş rotasının belirlenmesinde) başarılı sonuçlar vermektedir.

Bir ulusal hava tahmin istasyonundaki sorumlu hava tahmincisi, meteorologlardan oluşan bir ekiple birlikte sinoptik çizelgelerden, sayısal tahminlerden, uydudan çekilen resimlerden ve radar verilerinden oluşan bütün bilgileri toplar ve yapacağı hava tahmini için önemli gördüğü bütün olayları belirlemeye çalışır. Bir, iki ya da üç gün sonrasının hava tahminini içeren bir dizi çizelge hazırlanır. Bu çizel-

Hava durumu konusundaki bilgiler çeşitli kaynaklardan toplanır: Kara istasyonları; deniz istasyonları (üstte solda); insansız hava istasyonları. Toplanan bilgilerden, bölgesel ve genel hava koşullarına ilişkin bilgiler elde edilir.

Sağnaklarla ilgili kısa vadeli tahminler, hava radarıyla yapılabilir. (üstte sağda) Bir sağnak genellikle 30 dakikadan fazla sürmez; ama bundan hemen sonra, bir yenisi başlayabilir. Radarla bu kısa ömürlü olaylar izlenip, bölgesel hava durumuna ilişkin birkaç saatlik tahmin yapılabilir.

---

geler, uluslararası anlaşma gereğince, öteki hava tahmin kuruluşlarına gönderilir. Beklenilen hava konusunda teknik terimlerle yapılan bir değerlendirme, tarım, ticaret ve endüstri alanlarına uygun, ayrıntılı tahminler yapacak olan yerel tahmincilerin başlıca dayanağıdır.

Birçok ülke, hava tahminini her altı ya da on iki saatte bir, Greenwich saatiyle 00.00, 06.00, 12.00 ve 18.00 olan ana haber saatlerinde yeniler. Aradaki saatlerde önemli yerel değişmeler ortaya çıkarsa, o bölgenin hava tahmincisince gözlenir.

Hava tahminlerinden yararlananlar: Halk için gerekli hava tahminleri radyo, TV ve basın aracılığıyla yayınlanır. Resmi yayınlar, geniş alanlar için genel hava tahminlerini iletirler; yerel radyo istasyonlarıysa, ayrıntılı bilgi verirler. Ekonomik açıdan hava tahminciliğinin en önemli yanı, hava durumunun önemli olduğu işler için, bunlara özgü tahminlerin yapılabilmesidir. Hava ve deniz taşımacılığında rüzgar durumunun düzenli olarak bilinmesi, büyük önem taşır. Gaz ve elektrik kurumları da, enerji istemini etkileyecek etmenler (sıcaklık gibi) konusunda, uzun ve kısa vadeli tahminleri bilmek zorundadır. Taşımacılık ve ulaşımda kar, don, sis olaylarının bilinmesi gerekir. Çiftçiler, belli hastalıkları körükleyen hava koşullarıyla ve kuraklık dönemleriyle ilgilenirler. Hem ticaret hem de endüstri alanlarında, hava durumundan etkilenen ve hava tahmincisinin önerilerine gerek duyan daha birçok kesim vardır. Endüstrileşmiş ülkelerde hava tahmini hizmetinin, gayri safi milli hasılaya (katışıksız ulusal gelir) % 0,1 — 0,5 kadar katkıda bulunduğu hesaplanmıştır.

Havanın tahmin edilebilirliği: Hava tahmininin doğruluk oranı, göz önüne alınan hava olaylarının çapına bağlıdır. Tahminin geçerli olma süresiniyse, söz konusu hava özelliğinin sürekliliği belirler. Sözgelimi, sağnak yağmur yaklaşık 30 dakika sürer. Bundan sonra çevrede başka bir yağmur daha oluşabilir; ama bu, ilkine benzemez ve yeri tam olarak kestiri-

lemez. Bu durumda hava tahmincisi, «yer yer yağmurlu» gibi genel tanımlamalarla yetinir.

Normal alçak ve yüksek basınç alanları, yaklaşık 4-5 gün (daha küçük olanlar daha kısa süre) etkilerini sürdürürler. Bu durum, kısa vadeli hava tahminlerinde kullanılan geleneksel yöntemlerin uygulanmasını sınırlar; çünkü geleneksel yöntemler, bir basınç haritasında belirlenebilen hava olaylarının incelenmesine dayanır. Oysa modern yöntemler, yeni gelişmelerin de izlenmesine olanak vermekte, ancak, gelişmenin beklendiği bölgeyi genel olarak belirleyebilmektedir. Tahminin kapsadığı süre ne kadar uzun olursa, verilen alan da o kadar genel olmak zorundadır. Bu yüzden, ayrıntılı bir hava tahmini, 24 ya da 36 saatle sınırlı olur. Daha sonraki bir iki gün konusundaki beklentilerse, genel olarak belirtilir. Günümüzde çok büyük bilgisayarlar, karmaşık atmosfer modellerini inceleyebilmektedir. Bunlarla, hava tahmini yöntemlerinin beş, belki de sekiz gün ileriye uzanacağı sanılmaktadır. Ne var ki, en son sınır sekiz gündür ve daha uzun dönemler için tahminlerde bulunmak, ancak yeni yöntemlerin geliştirilmesiyle gerçekleşebilecektir.

Uzun vadeli hava tahmini: Uzun vadeli hava tahminleri için istatistik ve örnekseme yöntemleri kullanmak gerekir. Genellikle 30 günlük bir dönemi kapsayan bu tür tahminler, beklenilen hava durumu konusunda ancak genel bir fikir verebilir. Bu tahminlerden, belirli bir gün havanın nasıl olacağı çıkarılmaz. Kullanılan yöntem, belirli bir süre (genellikle bir ay) boyunca elde edilebilen bütün verileri toplamak, bu süre içinde görülen yüzey basıncı ve sıcaklık değişmelerini belirlemek, sonra da kayıtları bulunan geçmiş yıllar içinde, yani 100 yıllık bir süre içinde, buna benzer değişme biçimleri aramaktır. Söz konusu ay içinde ve daha öncekilerde görülen hava olayları da göz önüne alınır. Bu yöntemin içerdiği başlıca güçlük, hava olaylarının hiç bir zaman tam anlamıyla yinelenmemesi, 100 yıllık bir süre içinde bile gerçek benzerlikler bulunmamasıdır. Bu yüzden, belli bir uzlaşmaya gitmek zorunlu olur. Kusursuz bir örneksemenin yapılabilmesi için, yalnızca hava olaylarının değil, dünyanın her yanında yer yüzeyinin fiziksel durumunun da aynı olması gerekir.

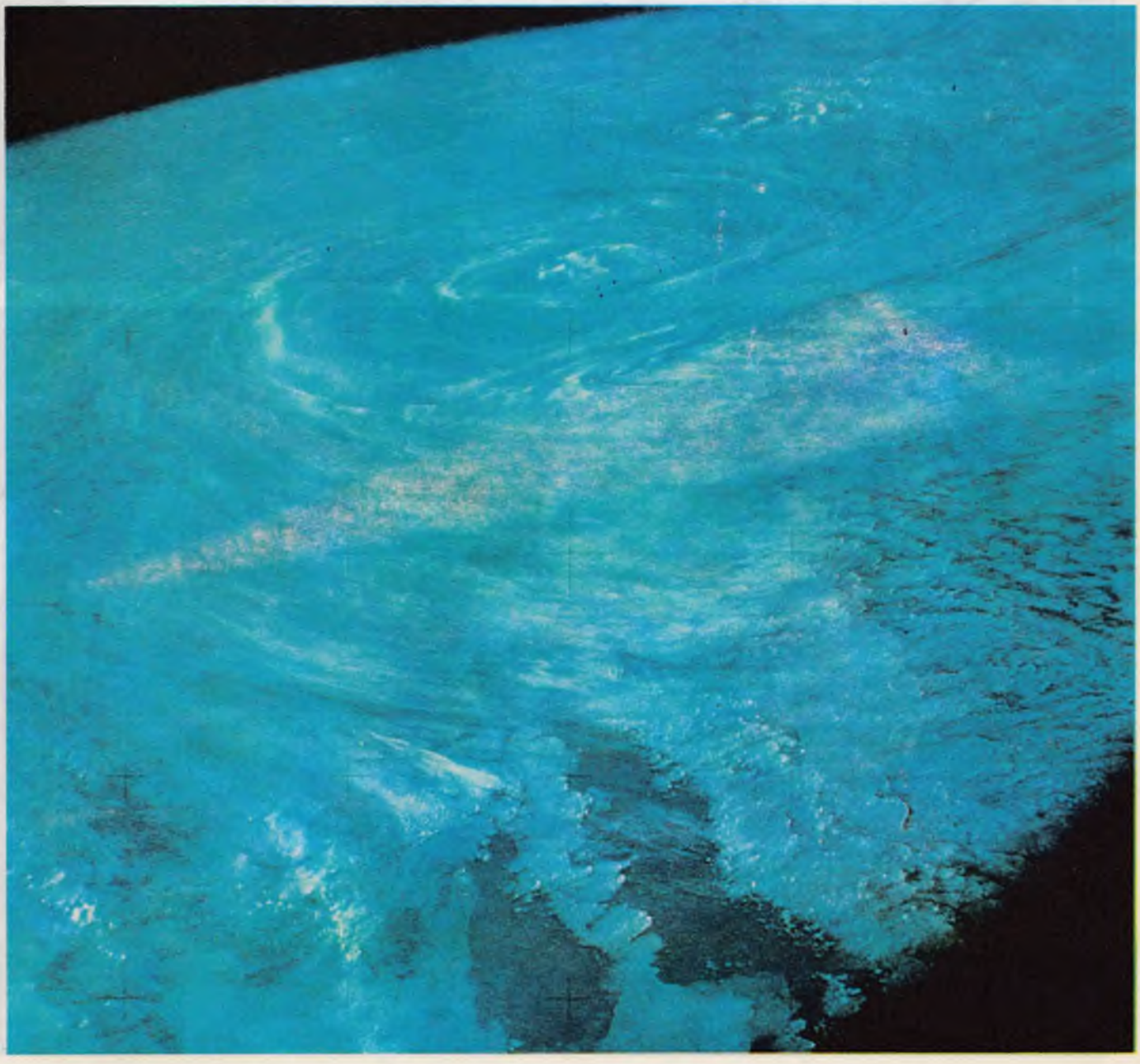
Meteoroloji merkezlerinde, bir alandan toplanan bilgiler, sinoptik çizimler üstünde gösterilir. (altta solda) Bunlar, belirli bir yüksekliğe (bütün ölçümler deniz düzeyine indirilmiş olarak) karşılık olan izobarları gösterir.

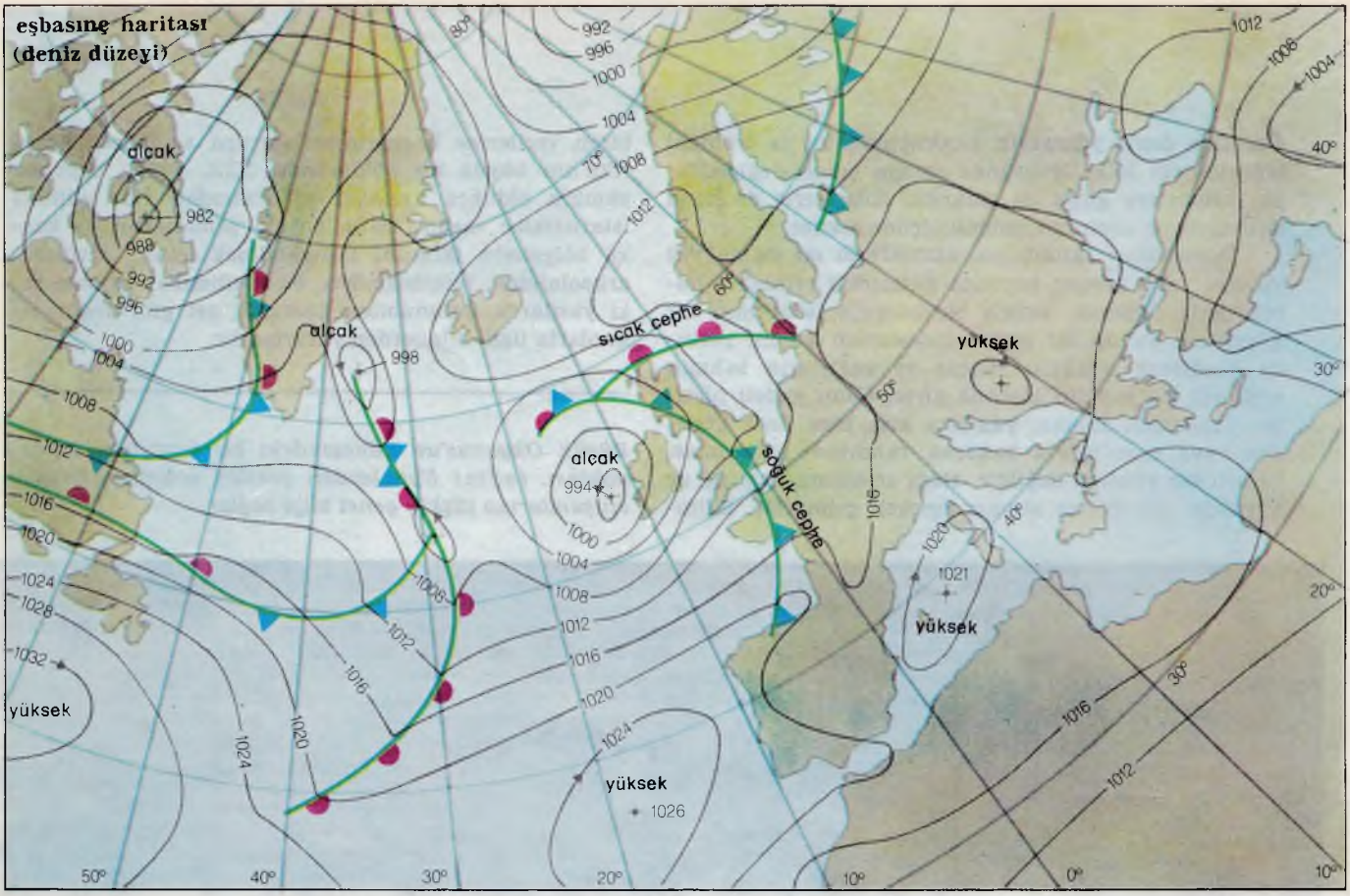
Bilgisayarların yardımıyla, karmaşık matematiksel atmosfer modelleri, gerçek verilerle çalıştırılabilir. (altta sağda) Kolaylık nedeniyle sonuçlar, genellikle çizim biçiminde özetlenir.

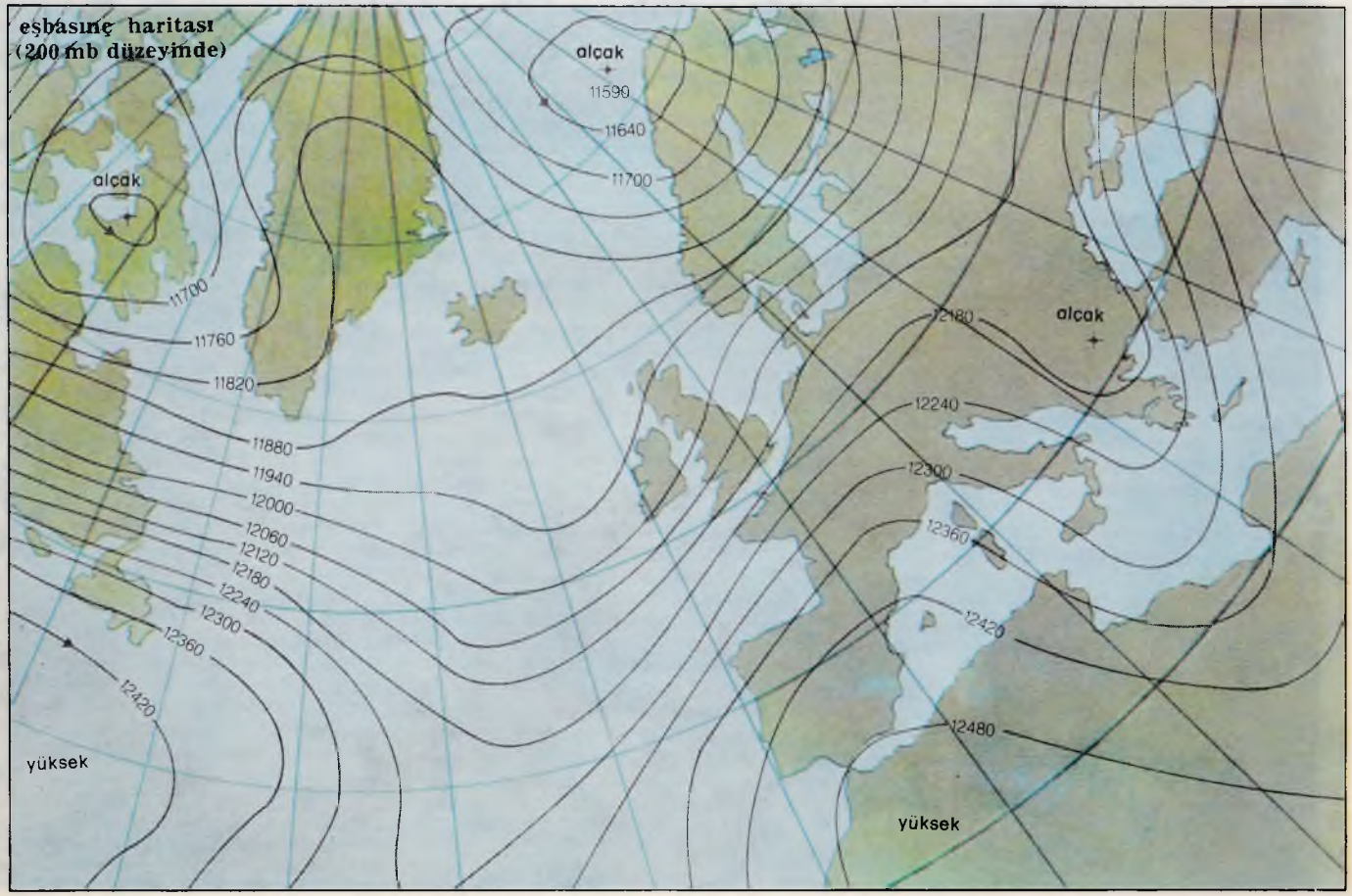
Özellikle deniz yüzeyinin sıcaklığında ya da tropikal bölgelerdeki bitki örtüsünde ortaya çıkan değişiklikler, atmosfere giren ısı tutarını, dolayısıyla de hava sistemlerinin evrimini, önemli ölçüde etkiler.

İklimbilim: İklimbilim, atmosferin on ya da yüz yıl gibi uzun süreler boyunca gösterdiği ortalama hareketlerle ilgilenir. Belirli bir bölgede, sözgelimi bir köprünün ya da bir petrol kuyusunun yapım yerinde görülecek sıcaklık, rüzgar ve yağışların tahmin edilmesi, bu bilimin alanına girer. Uzun vadeli planlar yapılacağı zaman, yalnızca kısa süre önce görülen hava koşullarına bakarak tahminde bulunmak, geçerli bir yöntem değildir. Hem ortalama, hem de uç koşulları göz önüne alması gereken mimarlar, iklimbilim verilerine başvururlar. Avrupa ve Kuzey Amerika'nın büyük bir bölümünde, XIX. yüzyıl boyunca yapılan oldukça ayrıntılı gözlemlerden elde edilmiş istatistikler vardır. Daha önceki zamanların ve başka bölgelerin iklimini tanıyabilmek içinse, tarihten, arkeolojiden, bitkibilimden, buzulbilimden ve bazı eski yazılarda bulunabilen kuraklık, sel gibi doğal yıkımlarla ilgili bilgilerden yararlanılır.

Büyük Okyanus'un güneyindeki bir tayfunun tepe noktası. (altta) Uydulardan çekilen resimler, hava oluşumlarına ilişkin genel bilgi sağlar.




eşbasınç haritası
(deniz düzeyi)
alçak
982
988
992
996
1000
1004
1008
1012
alçak
998
sıcak cephe
soğuk cephe
alçak
994
yüksek
1026
yüksek
1021
yüksek
1016
1020
1024
1028
1032
80°
70°
60°
50°
40°
30°
20°
10°
0°
10°


eşbasınç haritası
(200 mb düzeyinde)
alçak
11590
11640
11700
alçak
11700
11760
11820
11880
11940
12000
12060
12120
12180
12240
12300
12360
12420
12480
yüksek
yüksek

Basınç değişmeleri, basınç haritalarında gösterilebilir. (solda) Birinci yöntemle, deniz düzeyindeki varsayımsal bir düz yüzey için, izobarlar (milibarlarla ölçülen eşbasınç çizgileri) çizilir. Bunu yapabilmek için yüksek yerlerdeki, basınç ölçümleri düzeltilmelidir. Gelişmiş hava tahminleri üç boyutlu bilgi alışverişine dayanır. 200 milibar düzeyinde eşbasınç haritalarında ise, bu basınca karşılık olan izohipler (yeşille gösterilmiştir), farklı sıcaklık ve nemde olan iki hava kütlesinin karşılaştıkları yeri gösterir. Sıcak hava kütleleri ile soğuk kütlelerinin karşılaşması, alçak basınç alanları yaratarak, saatin tersi yönünde hava hareketlerine yolaçabilir. İlerleyen sıcak hava, sıcak bir cephe (kırmızı simgeler), ilerleyen soğuk hava ise soğuk bir cephe (mavi simgeler) verir. Genellikle soğuk cepheler daha hızlı hareket edip, sıcak cepheye yetişerek karışık bir cephe (kırmızı ve mavi simgeler birlikte) oluşturur.

İklimbilimciler, gelecek konusunda tahmin yapabilmek için, uzun dönemler boyunca süregelmiş belli hava koşulları konusunda bilgi toplamaya çalışırlar. Ne var ki, 20-30 yıl önce ortaya çıkan iklim değişikliklerinin son birkaç yüzyılda görülenlerden daha büyük olmadığı ve iklimbilim verilerine dayanılarak önümüzdeki kış ya da yazın, geçen kış ya da yazdan daha soğuk ya da sıcak olacağı konusunda anlamlı tahminler yapmanın olanaksız olduğu anlaşılmıştır. Uzun dönemlerde havanın göstereceği değişiklikler konusunda tahmin yapmak da güçtür. Geçmiş bir milyon yıl içinde yeryüzü, birbiri ardından buzul ve buzullararası dönemlerden geçmiştir. İçinde bulunduğumuz buzullararası dönem, aşağı yukarı 10 000 yıl sürmüştür ve bu süre, daha önceki buzullararası dönemlerin tahmini süresine eşittir. Bununla birlikte, günümüzde yeni bir buzul çağının geleceğini belirten hiç bir gösterge yoktur. Kuzey ve Güney kutuplarındaki buzlar, bazen bulundukları yarıkürenin sınırlı bölgeleri içinde güneye ya da kuzeye kayar; ama bu kaymalar, kutup bölgesinin öteki kesimlerinde, nispeten sıcak dönemlerle dengelenir.

Hava durumu ile çeşitli meteoroloji dışı etkenler arasında bağlantı kurulmaya da çalışılır. Hava olaylarının çok değişken olması, sınırlı zaman süreleri içinde, hava durumu ile haftanın belli bir günü gibi etkenler arasında, istatistik açıdan önemli görünen ilişkilerin kurulmasını sağlar. Ama süre genişletilince ya da başka bir dönem incelenince, söz konusu bağlantıların geçersiz olduğu anlaşılır.

HAVA TAMPONU

«*Güvenlik hava yastığı*» adı da verilen hava tamponu, trafik kazalarına karşı kullanılan güvenlik kemerine bir seçenek olarak, A.B.D'nde geliştirilmiştir.

Kazalarda yaralanma ya da ölüm, her zaman aracın içeri göçmesiyle olmamakta, çoğunlukla aracın içindeki kişinin ön cama doğru savrulması, kötü sonuçlara yolaçmaktadır. Böyle durumlarda güvenlik kemerleri, eğer takılırsa (birçok kişi, güvenlik kemerini takmayı ya unutmakta ya da istememektedir), yaşam kurtarmaktadır. A.B.D. yasalarına göre 1976'dan sonra üretilen otomobillerde, yolcu tarafından hareket öncesi uygulanması (güvenlik kemerini takmak gibi) gereken *etkin* önlemler yerine, yolcuyu kaza anında kendiliğinden koruyacak *edilgin* önlemlerin alınması zorunludur.

Bu amaçla geliştirilip önerilen hava tamponu, neopren kaplı naylon dokumadan yapılmış, sağlam bir balondur. Kullanılmadığı zaman, sönük olarak, aracın gösterge tablosunun altında durur.

Bir hava dağıtım sistemi, üstünde kazayı algılayan bir aygıt bulunan, sıkıştırılmış hava silindirine bağlıdır. Algılama aygıtı, şiddetli bir hız düşmesi olunca çalışacak biçimde ayarlanmış bir İVMEÖLÇER'dir. Kaza sırasında bir valfı açıp, sıkıştırılmış havaya yol verir.

Aygıt çalıştığında, sıkıştırılmış hava, saniyenin onda birinden daha kısa bir süre içinde yastığı şişirir. Böylece, aracın içindekiler, kumanda tablosuna ya da direksiyon miline çarpıp yaralanmaktan korunurlar.

Tampon, havanın ağır ağır süzülmesini sağlayan gözenekli bölmelerden oluşmuştur. Şişmenin ardından, aracın içindekilerin araçtan çıkabilmesi için hemen sönmeye başlar.

Aracın ön bölümünde oturan yolcuların gösterge tablosunun altına kaymasını önlemek için, hava tam-

Hava tamponu deneylerinin tümü başarılı olmamıştır. 1971'de yapılmış olan bu deneyde (altta), tampon, saniyenin küçük bir kesiti kadar gecikmiş ve o süre içinde manken sürücü, göğsünü direksiyona çarpmıştır. Ayrıca tampon, mankenin boynunun sert bir açıyla bükülerek kırılmasına da yolaçmıştır.

Tampon sönerken sürücü, koltuğunda geriye yaslanır. (üstte) Ne var ki, bu deney de manken yerine gerçek sürücülerle yapılsaydı, tampon, sürücünün göğüs kafesinin parçalanmasına ve boynunun kırılmasına neden olacaktı.

ponu, bacakları, dizleri ve gövdeyi kavrayacak biçimde yapılmıştır.

Arka koltuklar için de hava tamponları yapılmıştır; ama arka koltukta oturanların konumları öndekiler kadar tehlikeli olmadığından, bunlar büyük önem taşımaz.

Söz konusu yararlarına karşılık, birçok güvenlik uzmanı, hava tamponunun kullanılmasına karşı çıkmakta ve bu önlemin, kazanın yolaçabileceği tehlikeden daha çok zarar vereceğini savunmaktadır: Şiştiğinde sürücünün hareket etmesini engelleyerek yeni çarpmalara yolaçabilir; kazayla şişivermesi, tehlikeli sonuçlar doğurabilir; tamponun şişme anında patlaması şoka, hattâ kulak zarının patlamasına neden olabilir.

A.B.D'nde yapılan ve 1 000 otomobil ile 13 milyon km'lik bir yolu kapsayan oldukça başarılı deneyler dışında, hava tamponu, olumlu izlenim bırakmamıştır. Bu yüzden, daha iyi bir sistem bulunursa, hiç bir zaman uygulanmayacağı söylenebilir.

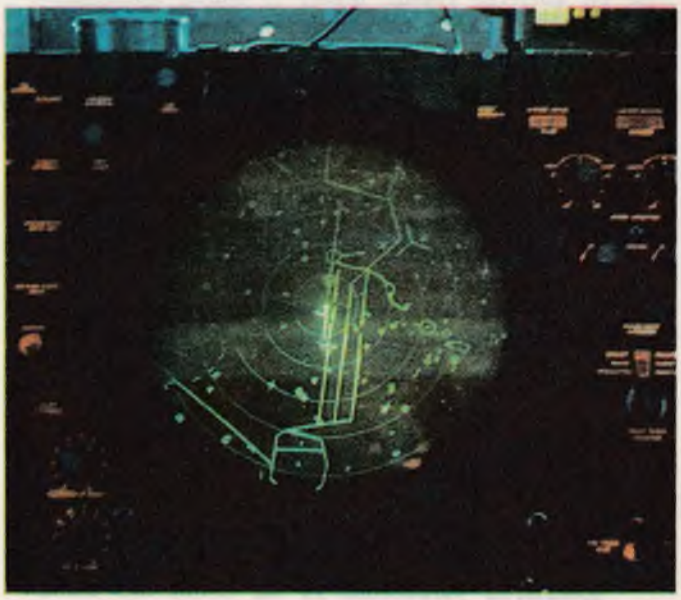
HAVA TRAFİĞİ DENETİMİ

Hava trafiği denetimi, hava güvenliğindeki en önemli öğelerden biridir. Sistemin amacı, özellikle havaalanları gibi hava trafiğinin yoğun olduğu yörelerde, çeşitli büyüklükteki uçakların, çeşitli yönlerde ve yüksekliklerde uçtuğu bölgelerde, uçakların birbirlerine çarpmalarını önlemektir. Hava trafiği denetimi, hava trafik akışını da düzenler.

Hava trafiğinin yoğun olmadığı uzun mesafeli hava koridorlarında pilotlar, uçuşları normal olarak sürdürmek ve başka uçaklardan kaçınmak için, uçakta bulunan navigasyon aygıtlarından, bazen de, yer istasyonlarındaki elektronik yardımcılardan yararlanırlar. Ama uçak, hava trafiğinin yoğun olduğu bir alana ya da bir havaalanına yaklaştığında, bir denetim bölgesine girer. Denetim bölgesinde pilot hava trafiği görevlilerinin bildirdiği belirli bir yükseklikte, belirli bir hızla uçmak zorundadır.

Bu alandaki kararları hava trafiği denetleyicisi verir. Denetimindeki bölgede bulunan bütün uçakların hareketleri konusunda bilgi sahibi olan da, yalnızca bu görevlidir. Hava trafiği denetleyicisi, uçak-

Havaalanı yakınında bulunan uçakların hareketlerini izlemede kullanılan, plan konum radar ekranı. (altta) Resimdeki sistemde, video haritalama kullanılmaktadır. Uçak hareketlerini belirten yankılar, araziyi gösteren bir harita üstünde parlak noktalar halinde görülür ve uçakların konumlarını belirtir.



lar arasındaki dikey ve yatay uzaklıkları ve daha önce yapılmış çizelgeler çerçevesinde iniş kalkış önceliklerini, yetkisine dayanarak düzenler.

Denetleyicinin görevini yapabilmesi için, denetimi altındaki bütün uçakların o andaki yükseklik ve konumları, denetim bölgesine girmiş ya da girecek olan uçakların yapmak istediği hareketler ve kimlikleri konusunda bilgi edinmesi gerekir. Uçakların uçuş planları, kimlikleri, yükseklik ve konumları ile zamanlamaları bir *uçuş ilerleme tablosu*ndan, denetim bölgesindeki bütün uçakların konumları ile aralarındaki uzaklık da bir *plan konum radarı*ndan sağlanabilir.

Yeni gelişmelerin ve uçakların yer değiştirmesinin eski bilgileri geçersiz kılması, denetleyicinin, sürekli olarak elindeki bilgileri yenilemesini gerektirir. Yakındaki denetim bölgesi görevlilerine, kendi bölgelerinden çıkan uçaklara ilişkin bilgi vermek de, denetleyicinin görevleri arasındadır. Buna karşılık, öteki bölgelerden çıkıp kendi bölgesine giren uçaklar konusunda onlardan bilgi alır ve kendi bölgesinde trafiği yönetip denetler.

Denetleyici, denetimindeki uçakla, genellikle menzili 300 km olan bir *VHF* (çok yüksek frekanslı) radyotelefon aracılığıyla bağlantı kurar; ama uçaklar alçaldıkça, bu haberleşme aygıtının menzili de düşer. Denetleyiciye çağrıda bulunan bir uçağın pusula kerterizini bulmak için, VHF radyo bağlantısının yanı sıra, *radyo yön bulucu (RDF)* sistemi kullanılır.

Rüzgar yönü ve hızı, görüş uzaklığı, bulut tabanı, hava sıcaklığı ve basınç gibi bilgiler, denetleyiciye yerel kaynaklardan ve meteoroloji istasyonlarından sağlanır. Bazı havaalanlarında, pistteki görüş me-

Hava trafiği açısından dünyanın en büyük ve en modern havaalanlarından O'Hare (Chicago) havalimanındaki denetim kulesinin içinden iki görünüm. (üstte ve solda) Havada ve yerde bulunan uçaklara ilişkin bilgilerin değerlendirilmesi, hava trafiği denetleyicisinin işini oldukça ağırlaştırır. Radar ve bilgisayarlarla desteklenmesine karşılık son karar verme yetkisi denetleyicinindir.

safesinin hâlâ gözle ölçülmesine karşılık, birçok havaalanında, elektronik aygıtlarla kesin olarak saptanması olanaklıdır.

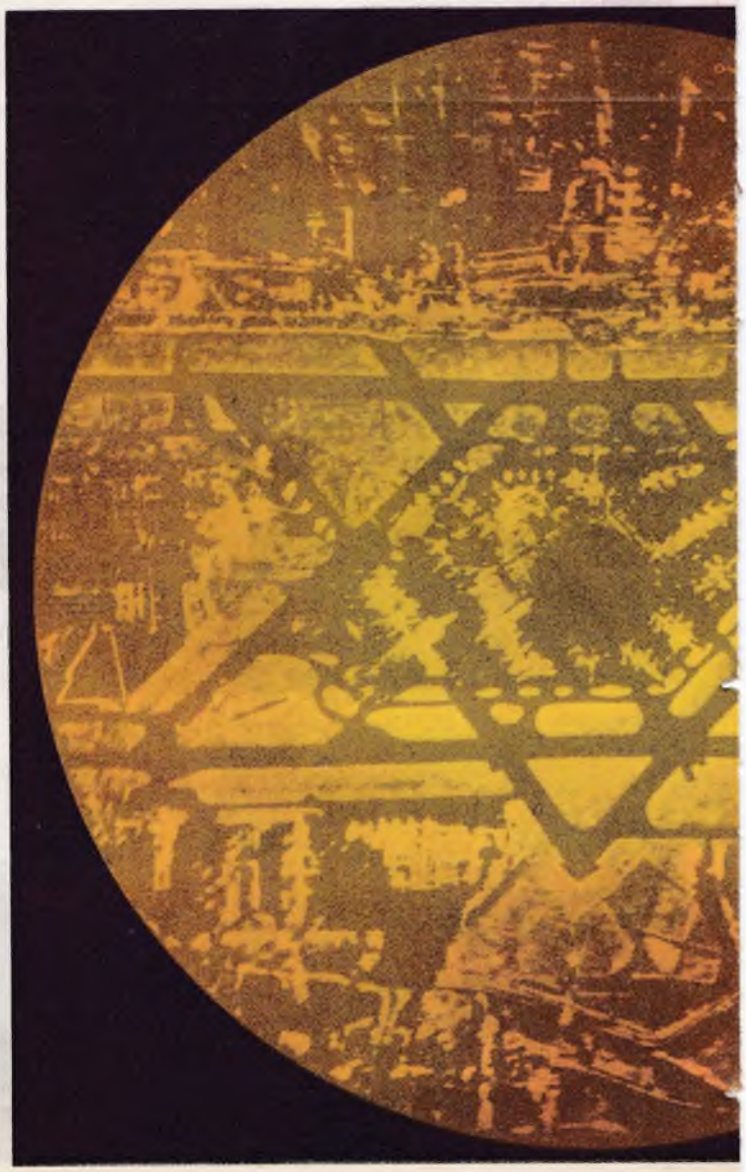
Uçuş planları: Bazı özel durumlar dışında, aşağı yukarı bütün uçuşlar, uçağın kimliğini, kalkış ve iniş alanlarını, rotayı, uçulacak yüksekliği, kalkış zamanını ve öngörülen varış zamanını içeren bir uçuş planı gerektirir. Gerekli bilgiler, denetleyicinin bölgesindeki alanlardan ya da başka denetim bölgelerinden hava trafiği denetim merkezine, genellikle radyoyla değil, yer haberleşme hatlarıyla gönderilir. Bu bilgiler, standart bir form halinde alınır.

Radar denetim sistemleri: Temel RADAR sistemi, menzili içindeki bütün uçakların yukardan alınmış planını verir. *Plan konum radarı*, uçağı, ekran üstünde parlak bir nokta biçiminde gösterir. Noktanın ekran merkezine uzaklığı, uçağın uzaklığını, merkeze olan açısı da kerterizini belirler. «*Video haritalama*» diye tanımlanan bir elektronik yöntem de, belirli hava koridorları gibi değişmez alanların, ekran üstünde görüntülenmesini sağlar. Radar ekranında, hareketsiz cisimlere ilişkin yankılar yok edilebilir. Yalnızca hareketli cisimleri gösteren ekranlara, «hareketli hedef göstergeleri» denir.

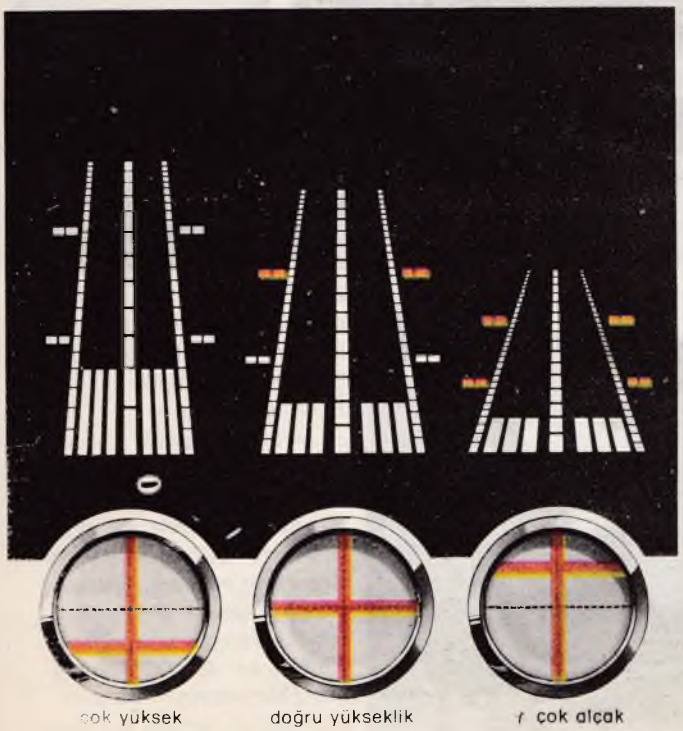
Daha geliştirilmiş radar ekranlarında, belirli bir uçaktan alınan radar yankısı, uçağın kimliğini ya da tipini belirten kodlu harfler ve sayılarla gösterilir; bu kimlik, radar ekranında, uçağın hareketiyle eşzamanlı olarak hareket eder.

Plan konum radarları, başlıca üç sınıfa ayrılır: Uzun menzilli izleme; havaalanı denetim; havaalanı yer trafiği. *Uzun menzilli izleme* radarlarının menzili, en çok 550 km'dir. Güçleri de en çok 2 000 kW olabilir. *Havaalanı denetim radarları*, daha da düşük güçle çalışırlar ve menzilleri 95 km - 280 km arasındadır. *Havaalanı yer trafiği radarları* ise, daha ay-

Londra Heathrow havaalanının, yer radarı ekranındaki görüntüsü. (sağda) Uçuş kulesi çevresindeki uçaklar görülebilmektedir.



Görerek yaklaşma süzülüş göstergesi (VASİ), *piste yaklaşan bir pilotun süzülüş çizgisinde kalmasını sağlayan, yalın, ama etkili bir yöntemdir. (altta) Sistem, pistin kenarında, çok dar açıdan kırmızı ışık ve gene dar açıdan, ama daha yükseğe beyaz ışık veren iki dizi reflektörden oluşmuştur. Işıklar pilotun, tam süzülüş çizgisi üstüne geldiğinde hem kırmızı, hem de beyazı göreceği biçimde düzenlenmiştir. Çizginin üstünde yalnızca beyaz, altındaysa, yalnızca kırmızı ışıklar görünür.*



rıntılı görüntüler için yapılmıştır. Bunların menzilleri de çok kısadır. Yalnızca çevrelerini, pistleri, ara yolları ve uçak park yerlerini gösterirler. Modern yer trafiği radarları, uçakların büyüklüklerinden ve biçimlerinden türlerin belirlenmesini olanaklı kılacak kadar kusursuz görüntü verirler.

Söz konusu radarların tümü, uçaktan hiç bir yardım almaksızın, uçaklardan ya da başka hedeflerden yansıyan radar dalgalarının oluşturduğu yöntemlerle çalışan radarlardır. Bir başka önemli radar sistemi de, *ikincil izleme radarı*dır. Bu sistemde, uçakta bulunan alıcı, yerden verilen sinyali (radar dalgasını) alır ve onu yanıtlayan bir yayın yapar. Yanıt yayın, tam anlamıyla otomatiktir. Genellikle, uçağın kimliği ile o anda bulunduğu yüksekliğe ilişkin kodlu bilgi verir. Bu bilgiler, plan konum radarının ekranına verilip, ekrandaki uçak yankısıyla birleştirilir. İkincil izleme radarı sisteminin uçakta bulunan bölümü, aldığı sinyale kendi yayınladığı bir başka sinyalle yanıt verdiği için, «*yanıtlayıcı*» (transponder) diye tanımlanmaktadır.

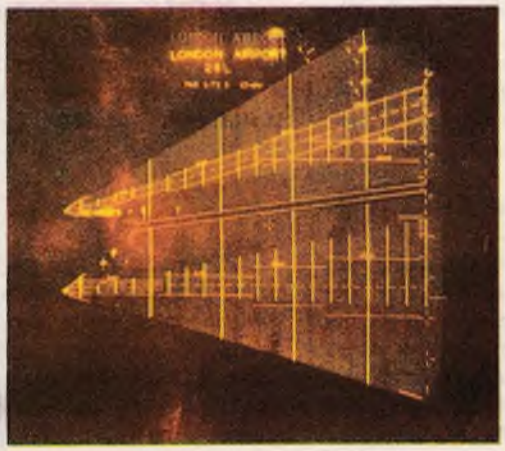
Aygıtla iniş sistemi: Denetleyici, uçağı, normal olarak alanın yakınına kadar denetler. Bundan sonra pilot, *aygıtla iniş sistemi*ne bağlanır. Bu sistemin yayınladığı sinyallerle uçak, pist üstüne gelip, hatasız bir süzülüş çizgisinde alçalır. Sistem, biri uçağı yatayda, ikincisi de düşeyde yönlendirir sinyaller veren, iki verici yer istasyonundan oluşur. Bu sinyallerden birincisine, «*lokalizör*», ikincisine «*süzülüş çizgisi*» denir. Her iki sinyal de, duyulabilecek tonlarda modüle edilmiştir ve hem denetim panosundaki uçuş aygıtlarını etkiler, hem de pilot tarafından duyulabilirler. Böylece, merkez çizginin dışına çıktığını ve süzülüş çizgisinin altında ya da üstünde olduğunu anlayan pilot, gerekli düzeltme kumandalarını verir.

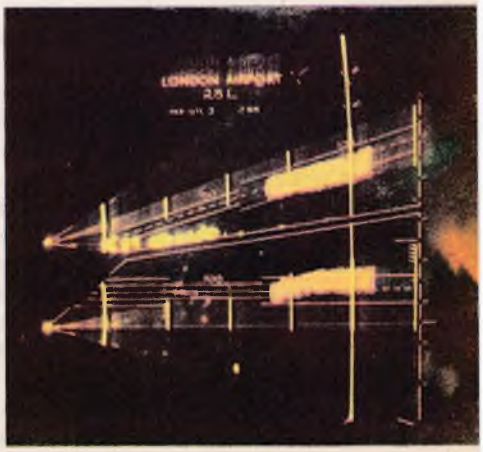
Son yaklaşma merkez çizgisinde, «*dış, orta* ve *iç marker sinyalleri*» adları verilen ve dikey olarak yelpaze biçiminde yayınlanan üç sinyal bulunur. Uçak, son yaklaşma konumuna geldikten sonra, marker sinyalleri, pist başına kadar uçulacak uzaklığı belirlerler ve aygıtla iniş sistemi, merkez ya da süzülüş çizgisinden çıkılması durumunda, bunu hemen gösterir. Pilot, uçağı merkez ve süzülüş çizgisi üstünde tutarsa, yaklaşık 60 m yükseklikte pist başına ulaşır; ondan sonra inişini görerek yapar. Uçak indikten sonra denetleyici, pilota, hangi ara yola döneceğini bildirir. Uçak, park yerine gelerek, yolcuları ve kargoyu boşaltır.

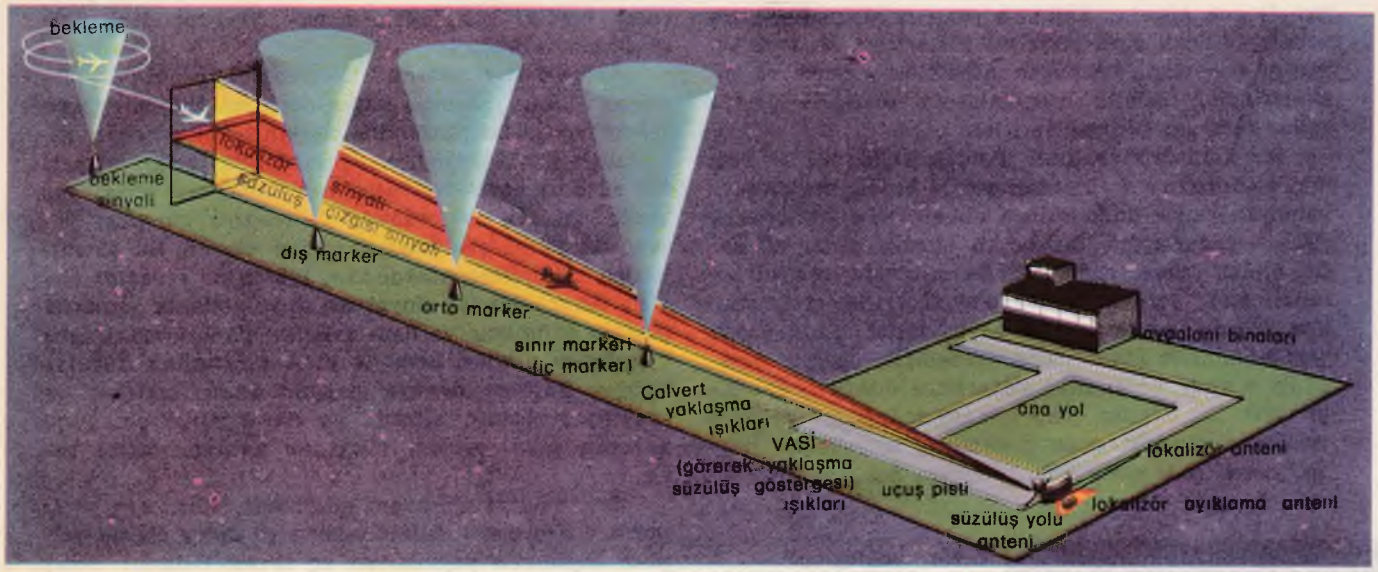
Kör iniş: İçlerinde gerekli elektronik donanımın bulunduğu uçaklar, yerdeki aygıtla iniş sistemi, otomatik pilot ve öteki elektronik uçuş aygıtlarının (özellikle radarlı altimetreler) yardımıyla, sıfıra yakın görüş uzaklıklarında bile piste inebilmektedir. Bu tür sistemlerde, güvenliği sağlamak için, bütün donanımların ikişer ya da üçer tane olması gerekir.

Sivil uçuşlarda günümüze kadar binlerce kör iniş yapılmıştır, ama gene de, görüş uzaklığının sıfır olmaması, güvenlik bakımından önemli sayılır. Pilot, uçağını bu sisteme bağlamış olmasına karşın, bütün iniş aşamasını izler ve en küçük bir hatada denetimi hemen eline alır.

Hassas yaklaşma radarının iki ekranı. (alttaki iki resim) Ekranlar, denetleyicinin yaklaşmakta olan uçağı, 16 km uzaklıkta (soldaki ekran) ve ayrıntılı olarak 5 km uzaklıkta (sağdaki ekran) izlemesini sağlarlar. Ekrandaki üst görüntüler uçağın süzülüş açısını, alt görüntüler de piste olan doğrultusunu belirtir. Uçağın süzülüş çizgisi, hareketli bir nokta halinde görülür, ama resimde, daha iyi görülmesi için, on saniyelik bir pozla uzatılmıştır. Uçağın, üstünde bulunması gereken yol, noktalı bir çizgiyle gösterilmiştir.







Aygıtla iniş sisteminde, uçağın inişini sağlamak için, dar radyo sinyalleri kullanılır. Sistemde, yukarı doğru yayınlanan dört sinyal bulunur. Bunlardan bekleme sinyali, iniş sırası bekleyen uçakların, havada beklemelerine yardımcı olur; dış, orta ve iç markerler de pilota, pist başından ne kadar uzakta bulunduğunu belirtir. 3 ya da 4 dereceyle yukarı doğru yayınlanan öteki iki sinyalden lokalizör, yatay olarak, süzülüş çizgisi sinyaliyse dikey olarak polarılmıştır. Bunların kesişme çizgisi, doğru süzülüş yolunu verir. Bir ayıklama anteni de, sinyallerin istenmeyen bölümlerini yok etmekte kullanılır.

Kör iniş çalışmalarıyla paralel biçimde yürütülen bir başka araştırma da, yer araçları konusundadır. Görüş uzaklığının sıfır olduğu durumlarda ortaya çıkabilecek kazalarda kullanma amacıyla, görmeden yönetilecek yangın söndürme araçları ve cankurtaranlar geliştirilmektedir.

Havada bekleme: Havaalanı üstünde inişe geçecek uçakların çok olması, bunlardan bir bölümünün beklemesini gerektirmektedir. Böyle durumlarda denetleyici, beklemesi gereken uçakları, aralarında 300 m'lik yükseklik farkları olacak biçimde, bir bekleme bölgesine yöneltir. En düşük yükseklikte olan uçak, sırası gelip yere indiğinde, üsttekiler birer kademe aşağı inip, sıralarını beklerler. Bekleme bölgesine yeni gelen uçak, en üst kademeye çıkar.

Modern yardımcı donanım: Hava trafiği denetimi bilgi değerlendirmelerinde, elektronik bilgisayarların önemi büyüktür. Bu donanımlar, değerlendirdikleri bilgilerin bir bölümünü saklar, gerekli bilgileri de denetleyicilere verirler. Bilgisayarın temel işlevi, denetleyicilerin yükünü hafifletmek ve onlara, uçakların denetimi için zaman kazandırmaktır.

1975 yılında kullanıma girmiş olan Maastricht Otomatik Bilgi İşlem Sistemi *(MADAP)*, modern hava trafiği denetim sistemlerine iyi bir örnektir. Burada çalışanlar çeşitli ülkelerden gelmişlerdir. Kullanılan donanımlar gene değişik ülkelerin yapımlarıdır ve bu sistemin çalışma alanından bütün ülkelerin uçakları geçmektedir.

MADAP, Belçika, Lüksemburg, Hollanda ve Federal Almanya'nın kuzey bölgelerinin yüksek hava bölgelerini denetlemektedir. Sistemde, aygıtla iniş sistemi ve yüksek uçuşlarda kullanılmayan yer donanımı dışında, yukarda değinilen bütün elektronik sistemler ve donanımlar kullanılmaktadır.

Bir hava denetim merkezi, dört radar merkezinden, çevredeki bütün havaalanlarından ve komşu denetim bölgelerinden sürekli olarak bilgi alır. Alınan bilgiler, yüksek hızlı bilgisayarlarca değerlendirilir ve gerektiğinde kullanabilmeleri için, denetleyicilere verilir. Sözgelimi, gelecek uçakların uçuş planları, bu uçaklar denetim alanına girinceye kadar, bilgisayarda bekler. Bilgisayarlar, belirli rapor noktalarından geçecek olan uçakların, bu raporları ne zaman vermeleri gerektiğini de belirtir. Ancak, bu sistemde de tek karar verici, hava trafik denetleyicisidir. Elektronik donanımlar, yalnızca yardımcıdır.

MADAP sisteminde, 8 bilgisayar, denetleyiciler için 80'den çok çalışma ve eğitim noktası, 140 kadar radar ve radar ekranı bulunmaktadır. Sistem, aynı anda 200 uçuş planı ve 250 rota denetleyebilecek biçimde geliştirilmiştir.

HAVA TÜNELİ

Hava tüneli (ya da rüzgar tüneli), bir deney aracıdır. İçine yerleştirilen gerçek ya da küçültülmüş boyutlardaki parça ve araçların aerodinamik niteliklerinin, denetlenebilen koşullar altında denenmesinde kullanılır. Hava tünelinde, düzgün bir gaz ya da hava akışı sağlanır. Bu amaçla, gerekli hızlara göre değişik düzenekler kullanılır.

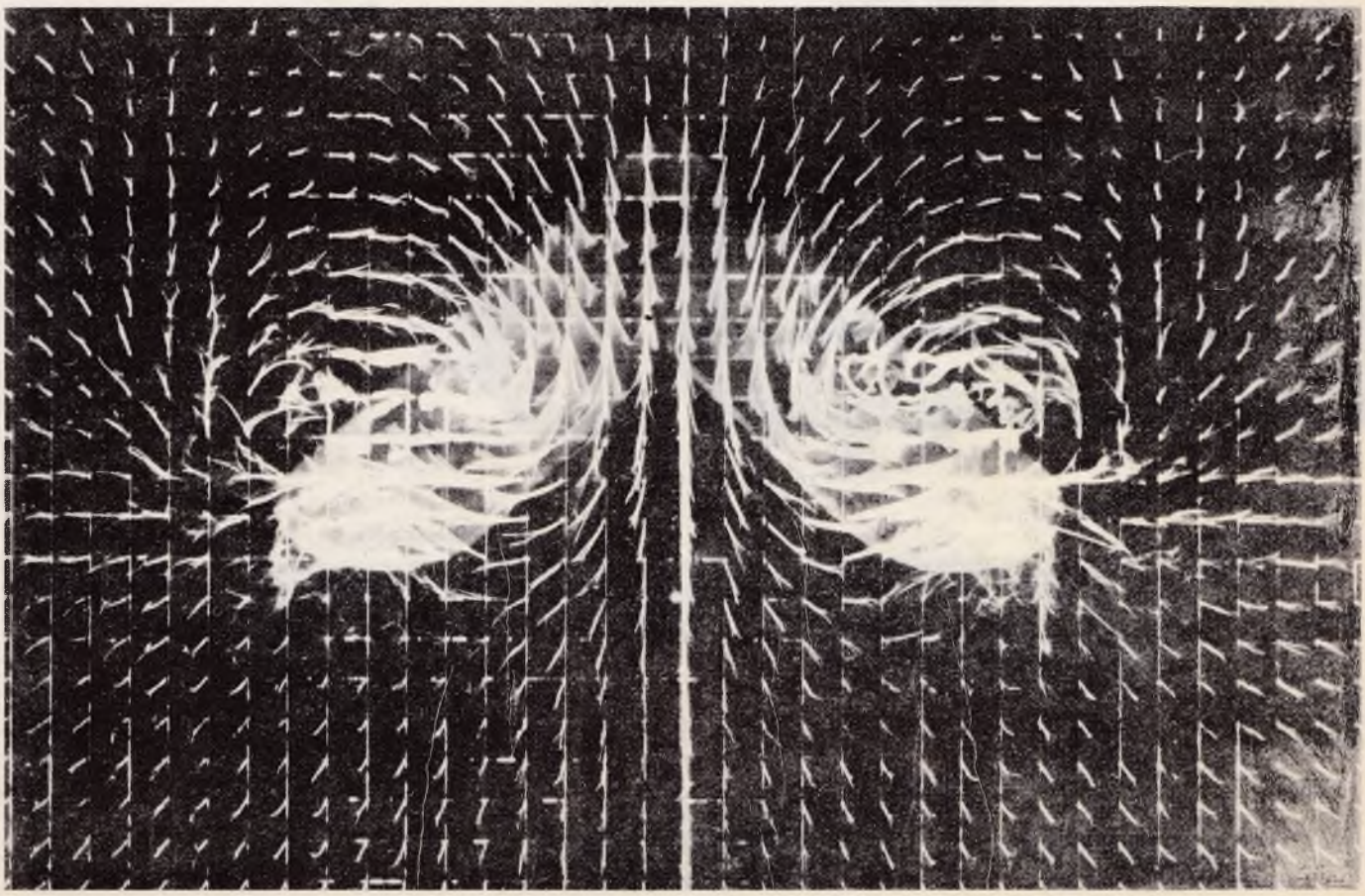
Eskiden yalnızca UÇAK gövdelerinin AEROFOİL biçimlerinin denetiminde kullanılan hava tünellerinden, günümüzde hem mermilerin ve kara-demiryolu taşıtlarının biçimlerinin saptanmasında, hem de binaların, köprülerin, güç iletim hatlarının ve radar tarayıcılarının *rüzgar yükleri* ile *salınımlarını* incelemede yararlanılır. Hava tünellerinin öteki uygulamaları arasında, gemi ve depolardan sıvı gazların güvenlikle boşaltılması, yüksek binaların çevresinde oluşan rüzgar girdaplarının incelenmesi ve karayollarının bulunduğu bölgelere yağan karın ne biçimde biriktiğinin araştırılması amacıyla yapılan deneyler sayılabilir.

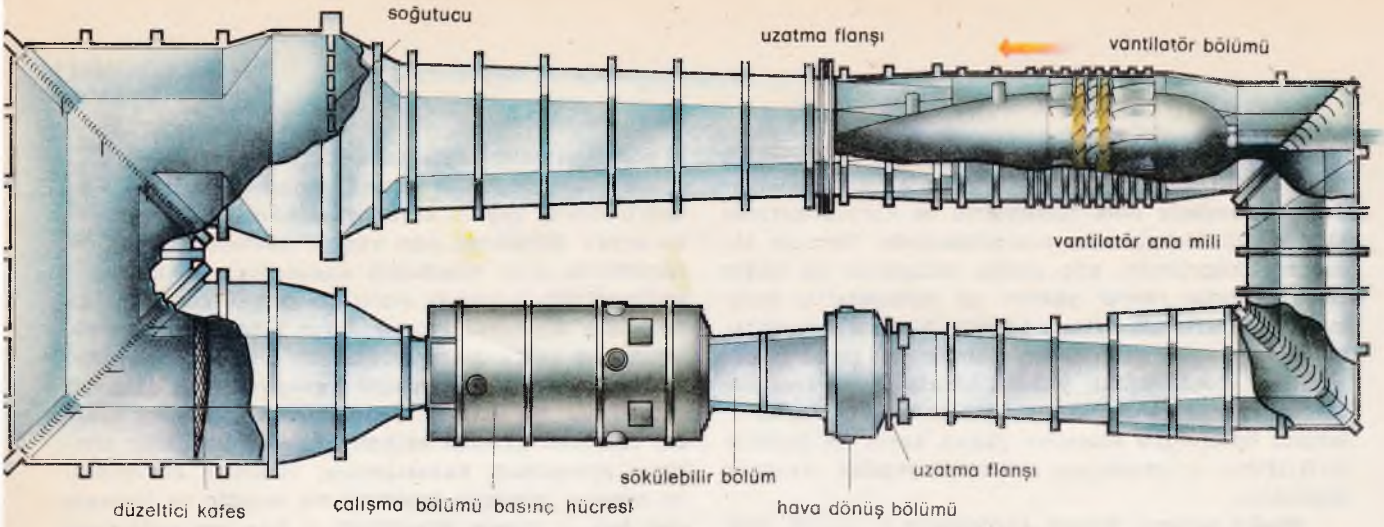
Model yapımı: Wright kardeşlerin 17 Aralık 1903'te gerçekleştirdikleri uçuş, yoğun bir araştırma programının sonucuydu. Uçakları uçurarak deneme yönteminin çok yavaş ilerlemesinden umutsuzluğa kapılan Wright kardeşler, 1901 yılının sonlarına doğru yaptıkları hava tünelinde, iki ay içinde 200'den çok aerofoil modelini denediler. Her modelin biçimi ile kesiti farklıydı ve her biri rüzgarın 0-45 derece arasında değişen 13 ayrı geliş açısında deneniyordu.

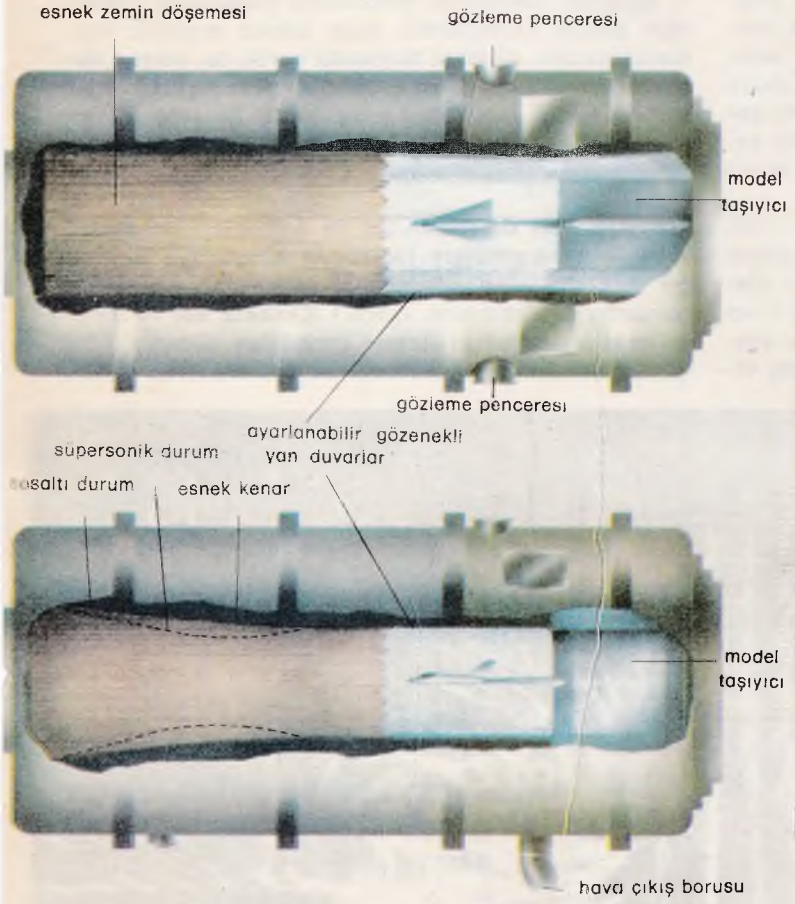
Wright kardeşler, modele etki eden kuvvetleri bulduktan sonra, havanın yoğunluğunu, boyutların karesini ve rüzgar hızının karesini göz önüne alarak (tıpkı günümüzde olduğu gibi) kullandıkları oranlarla (gerçek boyutların model boyutlarına oranı), *gerçek kuvvetleri* (uçuş hızında gerçek kanada etki eden kuvvetler) hesapladılar.

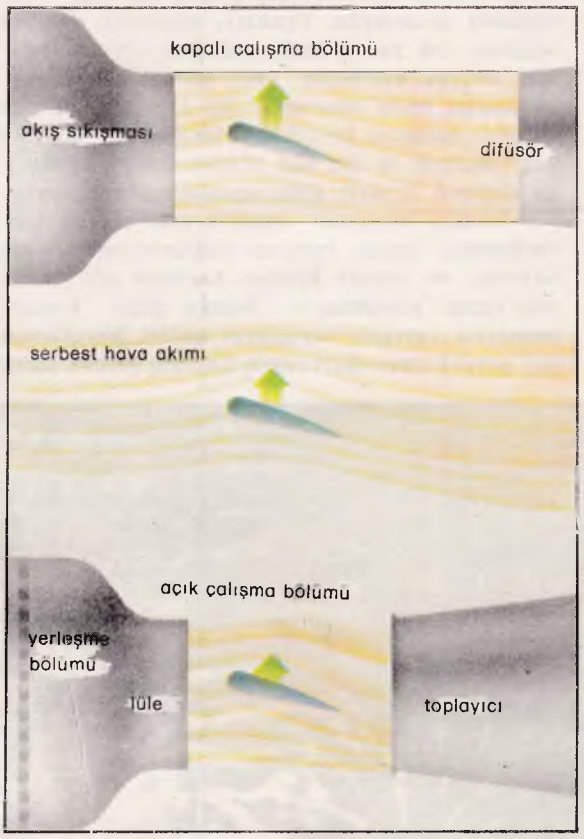
Yapılan deneyler, geçerli sonuçlara varmak için belirli model yapımı kurallarına uyma gereğini ortaya koydu. Sözgelimi, eğri yüzeyli modelleri içeren denemelerde, *sınır tabaka*nın uygun biçimde oluşturulabilmesi için, *Reynolds sayısı*nın gerçek koşullardakine yakın seçilmesi gerekir. Sınır tabaka, cismin yüzeyine en yakın hava tabakasıdır. Bu tabakada *viskozite* kuvvetleri, *eylemsizlik* kuvvetlerinden daha etkilidir (Bk. HİDRO VE AERODİNAMİK). Sınır tabaka, cisimden ayrılma eğilimi gösterir. Reynolds sayısıysa, eylemsizlik kuvvetlerinin viskozite kuvvetlerine oranını gösteren boyutsuz bir sayıdır ve *havanın akış hızı* × *cismin büyüklüğü* × *havanın yoğunluğu* ÷ *havanın viskozitesi* formülüyle hesaplanır. Genellikle gerçek boyutlardan daha küçük modeller kullanıldığından, deneyin Reynolds sayısı da, gerçek durumdakinden küçük olur. Bu sayıyı artırmanın bir yolu, ortamın sıcaklığını artırmaktır. Böylece yoğunluk artar, ama viskozite etkilenmez. Aşırı koşullarda,

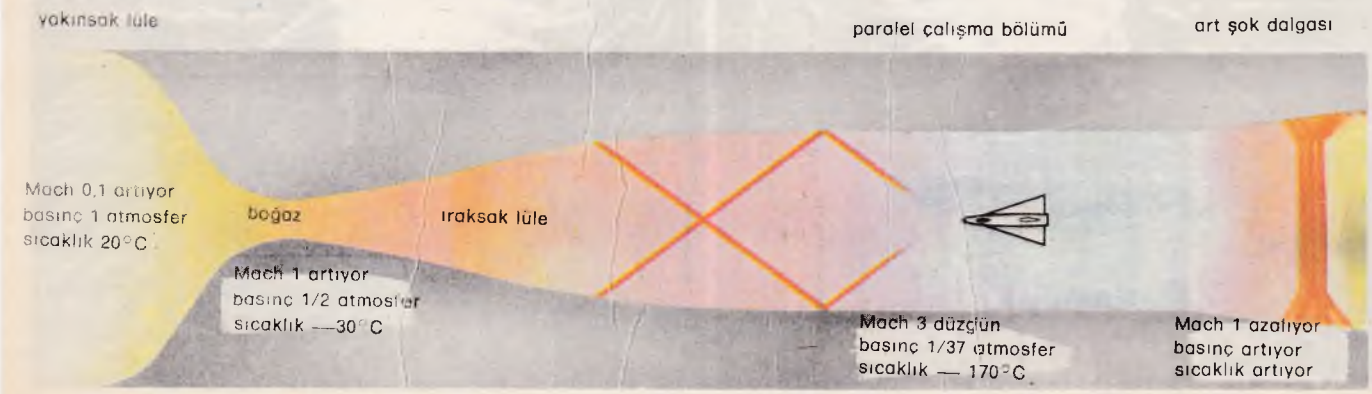
Havanın akış doğrultusuyla 20 derece açı yapacak biçimde yerleştirilmiş (sayfadan okuyucuya doğru) bir kanadın oluşturduğu akış çizgilerinin, tüyler yardımıyla gözlenmesi. (altta) Kanadın üst ve alt yüzeyleri arasındaki basınç farkından doğan girdaplar, kaldırma kuvveti konusunda fikir veri




soğutucu
uzatma flanşı
vantilatör bölümü
vantilatör ana mili
sökülebilir bölüm
uzatma flanşı
düzeltici kafes
çalışma bölümü basınç hücresi
hava dönüş bölümü


esnek zemin döşemesi
gözleme penceresi
model taşıyıcı
gözleme penceresi
ayarlanabilir gözenekli yan duvarlar
supersonik durum
esnek kenar
model taşıyıcı
hava çıkış borusu


kapalı çalışma bölümü
akış sıkışması
difüsör
serbest hava akımı
açık çalışma bölümü
yerleşme bölümü
lüle
toplayıcı


yakınsak lüle
paralel çalışma bölümü
art şok dalgası
Mach 0,1 artıyor
basınç 1 atmosfer
sıcaklık 20°C
boğaz
ıraksak lüle
Mach 1 artıyor
basınç 1/2 atmosfer
sıcaklık —30°C
Mach 3 düzgün
basınç 1/37 atmosfer
sıcaklık — 170°C
Mach 1 azalıyor
basınç artıyor
sıcaklık artıyor

akışkan olarak ağır bir gaz olan freon kullanılarak, daha yüksek Reynolds sayıları elde edilebilir.

Sıkıştırılabilir akışın söz konusu olduğu deneylerde (yani, havanın cismin yanından geçiş hızının basıncı, dolayısıyla de yoğunluğu büyük ölçüde değiştirdiği durumlarda), gerçek haldeki *Mach sayısının* kullanılması gerekir. Mach sayısı, aracın hızının o ortamdaki ses hızına oranıdır ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. Deneylerde pervane, helikopter rotoru ya da radar tarayıcıları gibi öğelerin dönüşü söz konusu olduğu zaman, *avans oranının* (rotor ucu hızının, rüzgar hızına oranı) da, gerçek koşullardakinin aynı olması gerekir.

Yapım özellikleri: Sürekli çalışan rüzgar tünellerinin çoğunda, elektrikle çalışan vantilatör ya da TÜRBİN bulunur. Bu gibi araçlar, hava akımına açısal momentum (Bk. DİNAMİK) kazandırarak, istenmeyen girdaplar oluştururlar. Girdapları önleme amacıyla, *dönmeyi engelleyici* kanatlar kullanılır. Geriye kalan küçük girdaplar da, türbinlerden sonra yeralan *düzeltici* kanatlarla giderilir.

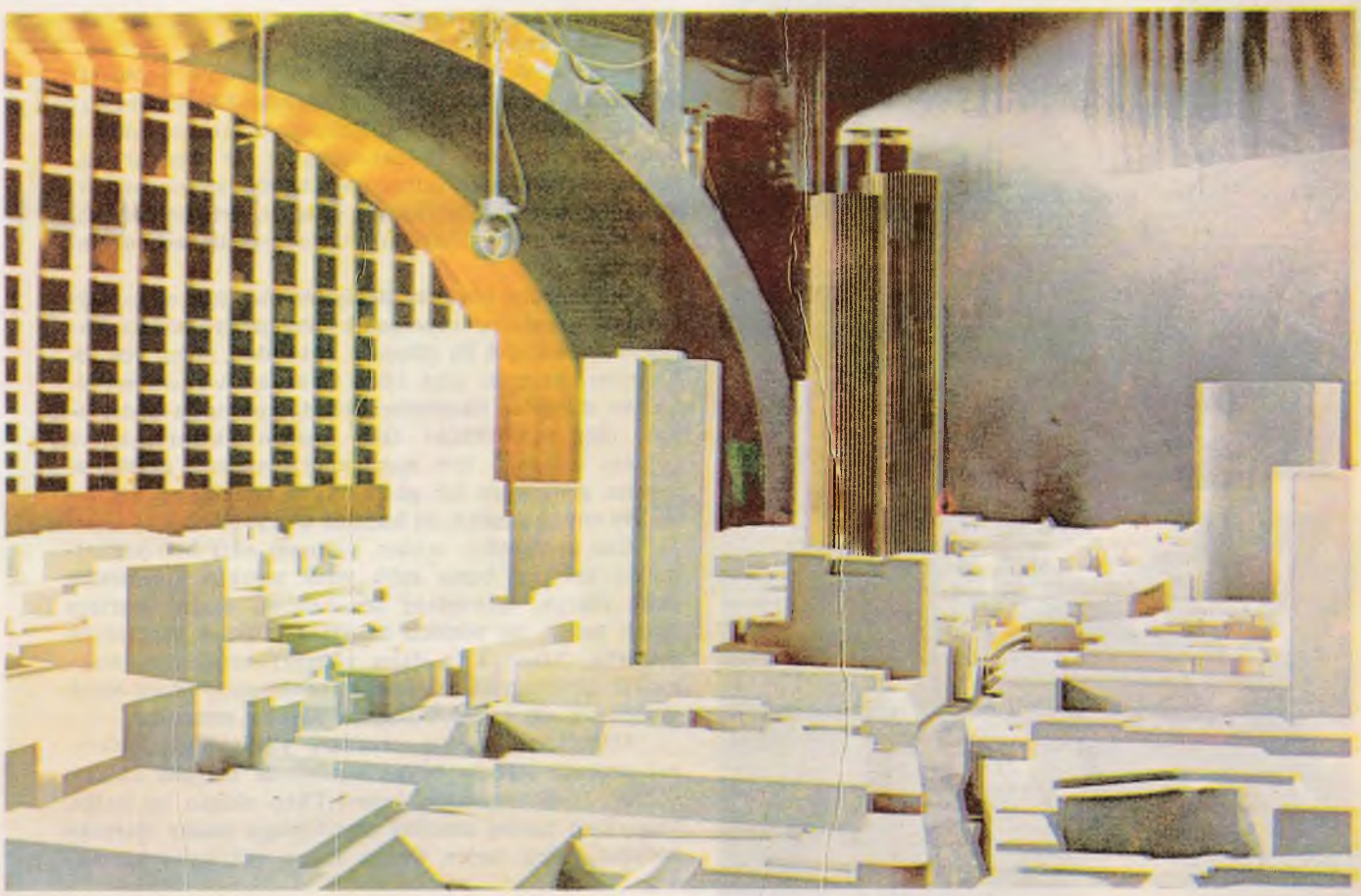
Hava tünelinin içindeki güç yitimi, çalışma hızının üçüncü kuvvetiyle orantılı olarak artar. Bu yüzden hava tünelleri, *çalışma bölümü* (modellerin denendiği kesim) dışında, havanın akış hızı elden geldiğince düşük tutulacak biçimde yapılır. Akış hızını azaltma amacıyla, kesitleri hafifçe genişleyen borulardan oluşan *difüsör*ler (lüleler) kullanılır. İşlem sırasında statik hava basıncı, *Bernoulli denklemi*ne uygun olarak (bu denklem, içinde enerjinin korunduğu bir sistemdeki akışkanın kinetik ve potansiyel ENERJİ'si arasındaki bağıntıyı verir) artar. Keskin köşeler, hava akımını en az yitimle düzgün biçimde döndürmek için, *köşe kanatları*yla donatılmıştır. Türbine yöneltilen gücün aşağı yukarı tümü ısıya dönüştüğünden, yüksek güçlü, sürekli çalışan hava tünellerinde, soğutma borularına da gerek duyulur.

Hava bundan sonra, *düzelme bölümü*ne geçer. Bu bölümde, tel örgüye benzeyen *düzeltici kafesler*,

---

Çizimlerde (solda), alışılmış «kapalı tür» hava tünelinde türbin, döndürme kanatları ve düzeltici kafes görülmektedir. Duvarları esnek olan çalışma bölümü, ayrıntılarıyla gösterilmiştir. Aerofoil şekiller denenirken, çalışma bölümünün tipinin de hesaba katılması gerekir, çünkü bu, modelin çevresindeki akışın özelliklerini, dolayısıyla de izlenen kaldırma kuvvetini etkiler. Süpersonik hızlara ulaşmak için karmaşık bir lüle biçimi gerekir; bunu sağlamak için de, hareketli duvarlar ayarlanır.

Gerçek boyu 200 m'yi aşan bir binanın modeli üstünde rüzgarın zorlamasının, rezonansların ve çevreye etkisinin (bacasından yayılan dumanın izlediği yol gibi) araştırılması. (altta)



düzgün akışı sağlarlar. Düzelme bölümü, bir «daralma» ya da «memeyle çalışma» bölümüne açılır.

Aralıklı çalışan tünellerde, sıkıştırılmış hava, uzun süre biriktirildikten sonra, yuvarlak bir boruyu çevreleyen halka biçimli yarıktan dışarı püskürtülür. Bu sistem, kısıtlı bir süre için boruda yüksek akış hızı sağlamaya elverişlidir. Çok yüksek hızlar içinse (*hipersonik*-Mach 5'ten daha yüksek), *yüksek basınç* oranları gerekir (bu, tünelin girişi ile çıkışındaki mutlak basınçların oranıdır). Bu tür basınçlara erişmenin en etkili yolu, çıkış basıncını azaltmak için, tünelin çıkış bölümüne, havası boşaltılmış küreler bağlamaktır.

Çalışma bölümleri: Birçok hava tünelinde, hava akışını hareketsiz duvarlar arasında sınırlayan, *kapalı çalışma bölümleri* vardır. Aerofoil deneyleri sırasında duvarlar, modelin çevresinden geçen akım çizgilerinin eğriliğini kısıtlarlar ve ölçülen kaldırma kuvvetini biraz artırırlar. Bu yüzden, ölçümlerin sonradan, bu hatayı giderecek yönde düzeltilmesi gerekir. Söz konusu ayarlamalara, «*sınır düzeltmeleri*» adı verilir.

Bazı hava tünellerinde, modelin yakınsak bir lüle ile öteki yandaki büyük toplayıcı arasındaki boşlukta denenmesine izin veren, *açık akışlı* çalışma bölümleri vardır. Duvarların bulunmaması, bu bölümlere girişi kolaylaştırır; ama hava akımının kenarlarında oluşan girdap yitimlerini gidermek için, ek güç gerekir. Açık akışlı sistemlerde, aerofoilin çevresindeki akış çizgileri hafifçe abartılır: ölçülen kaldırma kuvveti de, gerçekten biraz daha az olur. Bu gibi durumlarda ters işaretli sınır düzeltmeleri gerekir.

Duvarlarında yarıklar bulunan çalışma bölümleri, sınır düzeltmeleri gereğini ortadan kaldırabilir. Bu tür düzenle, istenmeyen *şok dalgalarının* oluşması da önlenir (Bk. SES PATLAMASI).

Hızın, ses hızına (Mach 1) yaklaştığı durumlarda, alışılmış kapalı çalışma bölümleri kullanılamaz; çünkü en küçük modeller bile, *tıkanma*lara yolaçar. Tıkanma, modele bağlıymışcasına birlikte sürüklenen ve hava akışının düzgünlüğünü bozan şok dalgasından kaynaklanır. Açık hava tünellerindeyse, yüksek hızlarda (Mach 0,9 ile 1,2 arasında, *transsonik* bölgede), akışta dalgalanmalar görülebilir. Bu durumlarda, *süpersonik* (Mach 1'den büyük) hava tünellerinden edinilen deneyimlere göre geliştirilen özel tekniklerden yararlanılır.

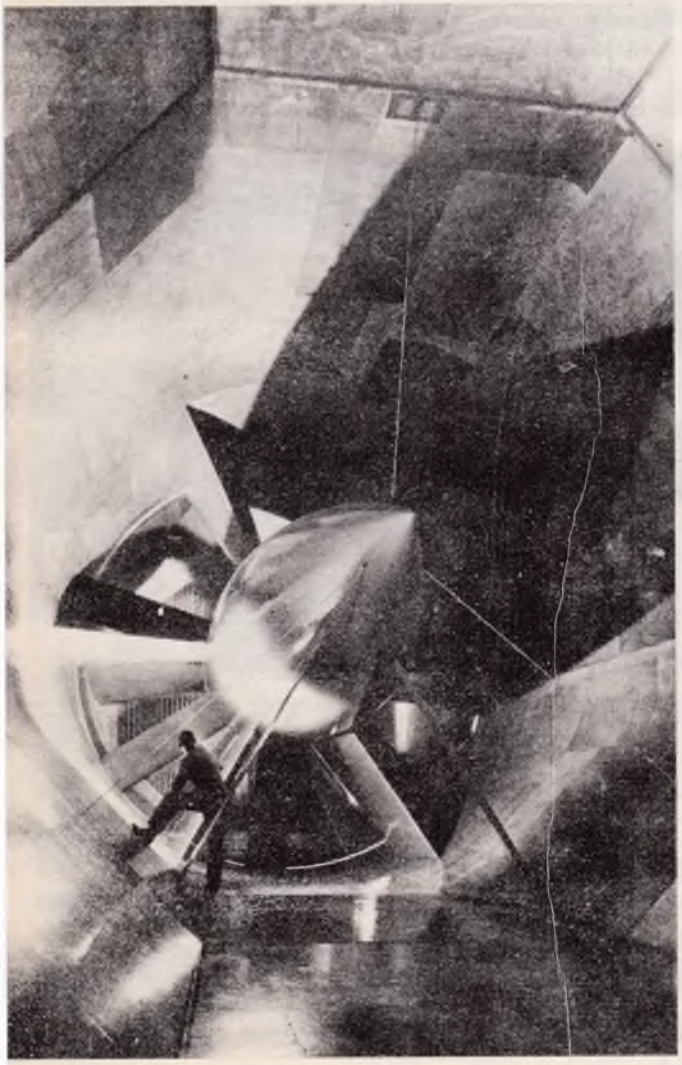
Süpersonik hava tünelleri: Süpersonik deneylerde *yakınsak-ıraksak* bir lüle kullanılır. Bu lülenin çalışması, gazların akışını belirleyen yasaların özel bir sonucuna dayanır. Gazlar, daralan bir borudan basınçla geçirildikleri zaman ses hızına kadar hızlandırılabildikleri halde, hızın daha da *artırılması*, ancak boru alanının bundan sonra genişlemesiyle olanaklıdır.

Bütün boru boyunca değişmez bir *kütle akışı* sağlanması amacıyla, *süpersonik genleşme*ye, statik basınç ile sıcaklığın da düşmesi yüzünden, gazın yoğunluğunun azalması eşlik eder. Genişleyen gazın sıcaklığının düşmesi ilkesinden, buzdolaplarında yararlanılır (Bk. SOĞUTMA). Gazı ansızın sıkıştırmak (ve böylece ısıtmak) için nasıl enerji vermek gerekirse, ansızın genişleyen bir gaz da aynı biçimde enerji verir. Bu enerji gazdan, ısı halinde alınır.

Gaz genişlediği zaman, yalnızca akış hızı yükselmekle kalmaz, buna eşlik eden sıcaklık düşmesine bağlı olarak, ortamdaki ses hızı da azalır. Böylece Mach sayısı, iki yönden de artar. Yüksek süpersonik hızlarda (Mach 3 ve daha yüksek), sıcaklığın, dolayısıyle de ortamda ses hızının azalması, yüksek Mach sayılarına ulaşmayı sağlayan başlıca etmendir.

Uygulanan basınç oranları yükseldikçe, yakınsak-ıraksak lülenin *boğaz* kesiminde bir şok dalgası oluşur. Mach sayısının değeri 1'ken oluşan bu dalga, öngörülen basınç oranına ulaşılıncaya kadar, daralan bölüme doğru ilerler. Orada dalga, çok daha karma-

Hava tünelinin türbininin görünüşü. (altta) Türbin kanatlarının iki yanında, türbinin yarattığı girdapları (açısal momentumu) azaltan, hareketsiz düzeltici kanatlar görülmektedir. Daha ilerde, dikey köşe kanatları vardır.



şık bir yapı kazanır ve sondaki paralel bölümde, öngörülen Mach sayısında düzgün akan gazlara öncülük eder. Daha ileri bir bölümde ortaya çıkan bir başka şok dalgası da, akışın yeniden *sesaltı* (Mach 1'den küçük) hızlara döndüğünü gösterir.

Ses hızının belirli katlarını elde etmek için ya değiştirilebilen ve çalışma bölümüne takılan *süpersonik laynerler* ya da her Mach sayısı için biçimi değiştirilen *esnek duvarlı lüleler* kullanılması gerekir.

Modern hava tünellerinde, oluklu ve yarıklı duvarların ilerisinde, dikkatle biçimlendirilmiş esnek duvarlar yeralır. Oluklu duvar, akan gazların bir bölümünü emerek, büyük modeller için bile, her Mach sayısında düzgün, tıkanmayan bir akış sağlar.

Hipersonik hava tünellerinin süpersonik hava tünellerinden farkı, hipersonik tünellerde hipersonik Mach değerlerine erişildiği zaman gaz sıcaklığının ansızın düşmesi sırasında gazın sıvılaşmasını önleme amacıyla, havanın (ya da gazın), 700 dereceye kadar ısıtılması olanaklarının bulunmasıdır.

Gözlem aygıtları: Yapımcıların, modele etki eden kuvvetleri ve ortamdaki hava basınçlarını ölçmelerinin yanı sıra, akışın türü konusunda da bilgi edinmeleri gerekir. Sözgelimi akış, girdaplı ya da düzgün olabilir. Ayrıca yönü de önemlidir. Akışa ilişkin bilgileri görerek edinmenin çeşitli yolları vardır: Duman salıcılar; tüyler; GÖRÜNTÜLEMEYE YARDIMCI TEKNİKLER; vb.

Duman salma amacıyla, modelden çalışma bölümüne doğru uzanan bölgeye, bir sıra ince boru yerleştirilir. Parafin yağı ısıtılarak kalın, beyaz bir duman elde edilir ve bu borulara gönderilir (SAHNE EFEKTLERİ'nde kullanılan yönteme benzer biçimde). Yaygın olarak kullanılan bu yöntemin bazı uygulamalarında, duman yerine, helyum doldurulmuş «sabun» balonlarından yararlanılır.

En yalın izleme aracı, tüylerdir. Bunlar, modelin üstüne belirli aralıklarla yapıştırılır. Tüyler, sürüklenme oranları ağırlıklarına göre büyük olduğundan, düşük hızlarda bile havanın akışına kapılırlar. Ne var ki, bir ***hız değişikliği***nin bulunduğu yerlerde daha hızlı olan akışa kapılarak, gerçek akış çizgilerini gizlemek gibi önemli bir sakıncaları vardır.

Görüntülemeye yardımcı teknikler, sıkışabilir akış türlerine kolaylıkla uygulanabilir. Hava yoğunluğunda ortaya çıkan değişiklikler, havanın kırılma indisini de değiştirerek, fotoğraf çekimini olanaklı kılar.

HAVA YASTIKLI TAŞITLAR

Hava yastıklı taşıtlar (öteki adıyla *hoverkraft*), üstünde yol aldıkları zemine değen herhangi bir dokunma aracı (tekerlek gibi) yerine, hava tabakası üstünde ilerleyen taşıt araçlarıdır.

Araç zemine değmediğinden, hem çeşitli amaçlarla kullanılabilir, hem de yüksek hızlara ulaşır. Hava yastıklı taşıtların hız üstünlüğü, gemilerle karşılaştırıldığında daha iyi anlaşılır. Sözgelimi, dünyanın en büyük hava yastıklı taşıtı olan 190 tonluk SR-N4 saatte 150 km hız yapabilir. Normal seferlerdeyse, saatte 90 km yapar. İyi bir yolcu gemisinin yapabileceği en yüksek hız ise, saatte 65 km'dir.

Söz konusu hız üstünlüğünün birçok nedeni vardır. Birincisi, alışılmış gemilerde, teknenin su içinde kalan kesimi, içinden geçtiği suyun VİSKOZİTE'sinin doğal sonucu olarak, suyu da sürükler ve böylece doğan direnç, makinaların gücünün büyük bölümünü yutar.

İkincisi, hareket halindeki bir geminin burnunda ve arkasında, dalgalar oluşur. Dalga oluşturma süreci, gücün bir bölümünün boşa harcanmasına neden olur. Bu güç yitimi düşük hızlarda, suyun direnci yanında önemsiz kalır; ama hız arttıkça, önemli bir sorun haline gelebilir.

Bu iki sorunun dışında, akıntı gibi, tekneye ve üstünde yeralan yapılara etki eden rüzgar gibi doğal etmenlerin de, zaman zaman yavaşlatıcı etkileri vardır.

İlk iki etmen göz önüne alındığında, gemi büyüyüp hızlandıkça, boşa harcanan enerjinin de artacağı görülür. Bu yüzden, askeri ya da araştırma alanlarında olduğu gibi özel amaçlar söz konusu değilse, gemiyi hızlandırmak için yapılan harcamalar, bunun sağlayacağı üstünlükten çok daha büyük olabilir.

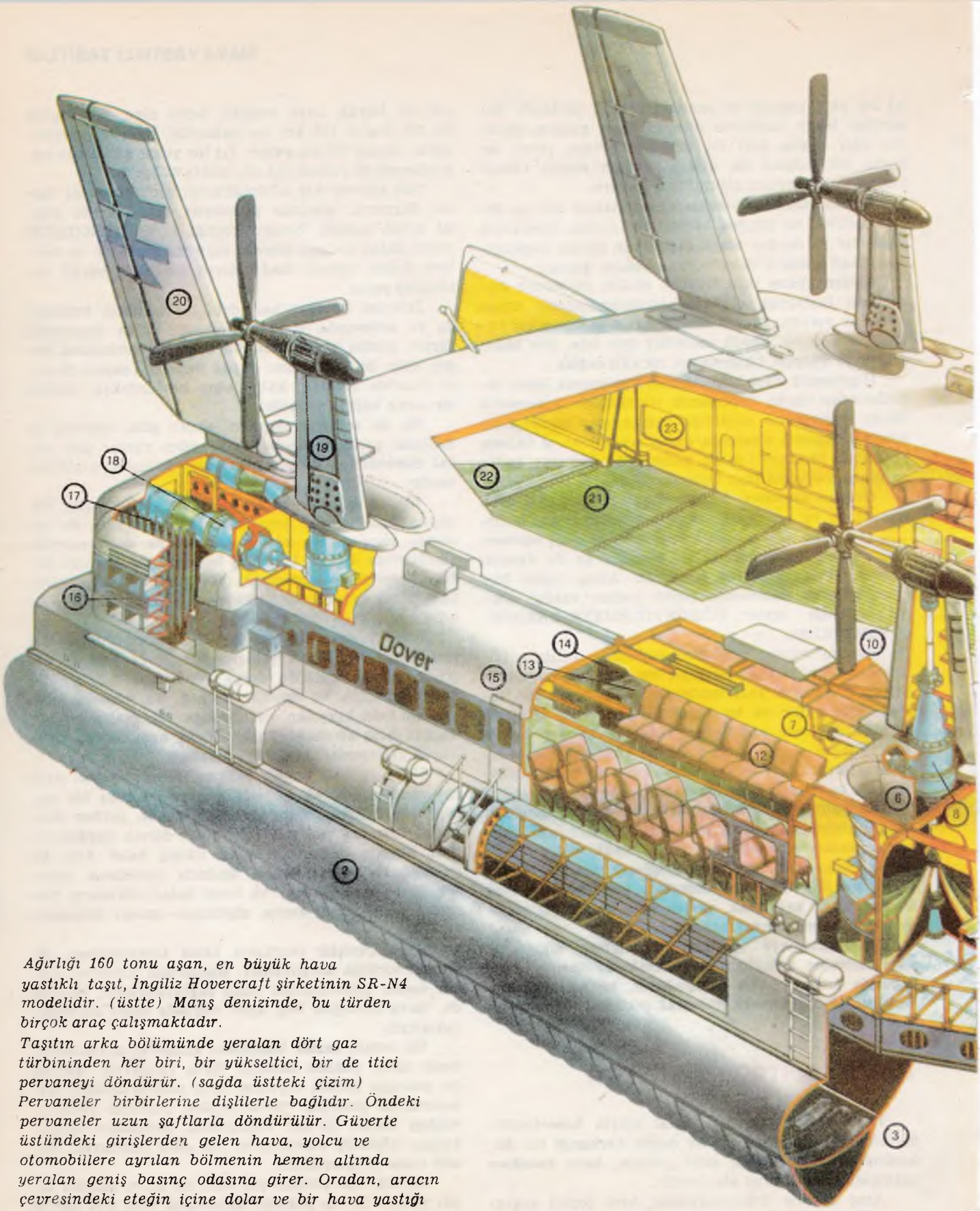
Hava yastıklı taşıtlar suya batmadıklarından, bu sorunların hiç birine yolaçmazlar. Hava yastıklı taşıtlar, düşük hızlarda dalga yaparlarsa da, normal seyir sırasında bu ortadan kalkar. Bu yüzden, hava yastıklı taşıt, karşıdan esen rüzgardan etkilenmesine karşın, hem kendi büyüklüğündeki, hem de çok daha büyük gemilerden daha hızlı gidebilir.

Hava yastıklı taşıtın çalışma ilkesi şöyledir: Aracın gövdesi, yüksek kenarlı, tersine dönmüş bir çay tepsisine benzer. Böyle bir cisim suyun üstüne dikkatle yerleştirilirse, kenarları aşağı dönük durduğundan, altında bir miktar hava sıkışıp kalır. Ama bu durumdaki tepsiyi suyun üstünde ilerletmek istersek, hava dışarı kaçar ve tepsi batar (batmasa bile suyun içine batan kesim, sürtünme sonucu dalgalara yolaçar).

Hava yastıklı taşıtların öncü tasarımcıları, iki önemli sorunla karşılaştılar. Bunlardan birincisi, aracın sudan yükselmesini nasıl sağlayacakları, ikincisi de, hava yastığını hep aynı noktada nasıl durduracaklarıydı.

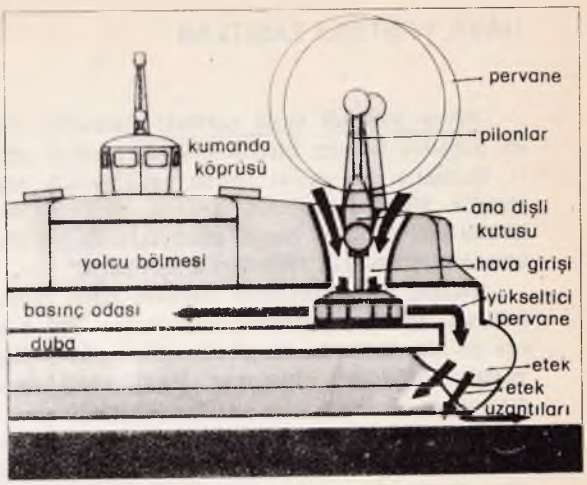
İlk sorun, yastık bölümüne atmosfer basıncından biraz daha yüksek basınçlı hava basılarak, ikincisi de, yastığın kenarı boyunca hava püskürtücüleri yerleştirilerek çözüldü. Püskürtücüler, yastığın kenarlarından kaçan havayı azaltıyordu. Sonradan, aracın kenarı boyunca bükülebilen bir *etek* eklenerek, sistem daha da geliştirildi.

Ağırlığı 100 tondan çok olan bir hava yastıklı taşıtı yerden 30 cm yükseğe kaldırmak için, 0,03 bar'lık bir basıncın yeterli olduğu hesaplanmıştır. Bu, otomobil lastiklerini şişirmek için gereken basınçtan çok daha azdır.



Ağırlığı 160 tonu aşan, en büyük hava yastıklı taşıt, İngiliz Hovercraft şirketinin SR-N4 modelidir. (üstte) Manş denizinde, bu türden birçok araç çalışmaktadır.

Taşıtın arka bölümünde yeralan dört gaz türbininden her biri, bir yükseltici, bir de itici pervaneyi döndürür. (sağda üstteki çizim) Pervaneler birbirlerine dişlilerle bağlıdır. Öndeki pervaneler uzun şaftlarla döndürülür. Güverte üstündeki girişlerden gelen hava, yolcu ve otomobillere ayrılan bölmenin hemen altında yeralan geniş basınç odasına girer. Oradan, aracın çevresindeki eteğin içine dolar ve bir hava yastığı oluşturmak için, havayı içeri doğru püskürten uzantılara geçerek, dışarı atılır. Aracın altındaki yüzeyin engebelerine göre yükselip alçalan uzantılar, yastıktan dışarı kaçan hava miktarını azaltırlar.



1 ön kapak
2 bükülebilir etek
3 etek uzantıları
4 ön yolcu bölümü
5 12 kanatlı yükseltici pervane
6 hava girişi
7 türbine bağlı uzun şaft
8 ana mahruti dişli kutusu
9 pervane dişli kutusu
10 pervane
11 iklimleme donanımı
12 ana yolcu bölmesi
13 bagaj
14 güverteye açılan kapı
15 yolcu giriş kapısı
16 hava girişi
17 susturucular

18 «Marine Proteus» gaz türbini
19 pilon
20 dümen
21 otomobil güvertesi
22 arka kapak
23 yedek motor bölmesi girişi
24 mürettebat merdiveni
25 kumanda bölümü (köprü)

Hava yastıklı taşıt türleri: Zamanla, temel hava yastıklı taşıtın birçok değişik modeli ortaya çıktı. Bunların en yalını «*hava yatağı*» adı verilen sistemdir. Hava yatağında, aracın tabanındaki bir delikten püskürtülen hava, kenarlara doğru ilerleyerek, bükülebilen eteğin altından dışarı kaçar.

Basınç odası üstünde hareket eden taşıtların tabanları, içbükey biçimde yapılmıştır. Bu boşluk, deniz ya da üstünde hareket edilen yüzey ile aradaki yastık bölümünü oluşturur. Hava gene, kenarlardan dışarı çıkar.

Momentum perdesi sisteminde, taşıt tabanının bütün çevresi boyunca, hava püskürten aygıtlar yeralır. Bunlardan gelen hava, yastığı oluşturacak biçimde aşağı ve içeri doğru yönelir. Sistem sonradan daha da geliştirilmiş ve alana, iç içe iki sıra halinde, hava püskürten çıkışlar yerleştirilmiştir. Bir sıranın püskürttüğü hava, görevini tamamlayınca, ikinci sıra tarafından emilir ve yeniden devreye girer. Böylece, dışarı kaçan hava azaldığından, sistemin verimi artar.

Hava yastıklı taşıtlara hareket veren sistemler de, oldukça büyük değişiklik geçirmiştir. Büyük taşıtlarda en çok kullanılan itici aygıt, pervanedir. İlk modellerde, aracı yukarı kaldıran pervaneler, aynı zamanda da borulardan oluşan bir sisteme hava basar ve bu hava,aracın hareketini sağlamak için geriye doğru püskürtülürdü. SR-N4'te ise, yukarı kaldırıcı pervaneleri çalıştıran dört motor, aracı ileri iten pervaneleri de döndürür. Birçok modeldeyse, yukarı kaldırma ve itme sistemleri, bütünüyle ayrıdır. Bazı türlerde de, suyun içinde çalışan pervaneler bulunur. Kuşkusuz, bu modeller karada çalıştırılamaz.

Hava yastıklı taşıtları yönetmek, uçak kullanmaya benzer. Araç, deniz ya da karaya değmediğinden, dönüşler sırasında savrulma tehlikesi vardır. Sürücü, aracı uçak gibi bir yana yatırarak, bu savrulma tehlikesini ortadan kaldırır. Aracın bir yana yatması, bu yanda bulunan hava püskürtücülerin basıncını azaltma yoluyla gerçekleştirilir. Yön değiştirmek ise, ya pervanenin gücünü değiştirmekle, ya dümen kullanmakla ya da ikisinin birden yardımına başvurmakla sağlanır.

Gelişme: Hava yastığı ilkesi, araç yapımcılarını uzun yıllar ilgilendirdi. Bu alanda ilk atılımlar, 1930'larda A.B.D. ve Finlandiya'da yapıldı. Ama asıl önemli gelişme, ancak İkinci Dünya savaşından sonra görüldü.

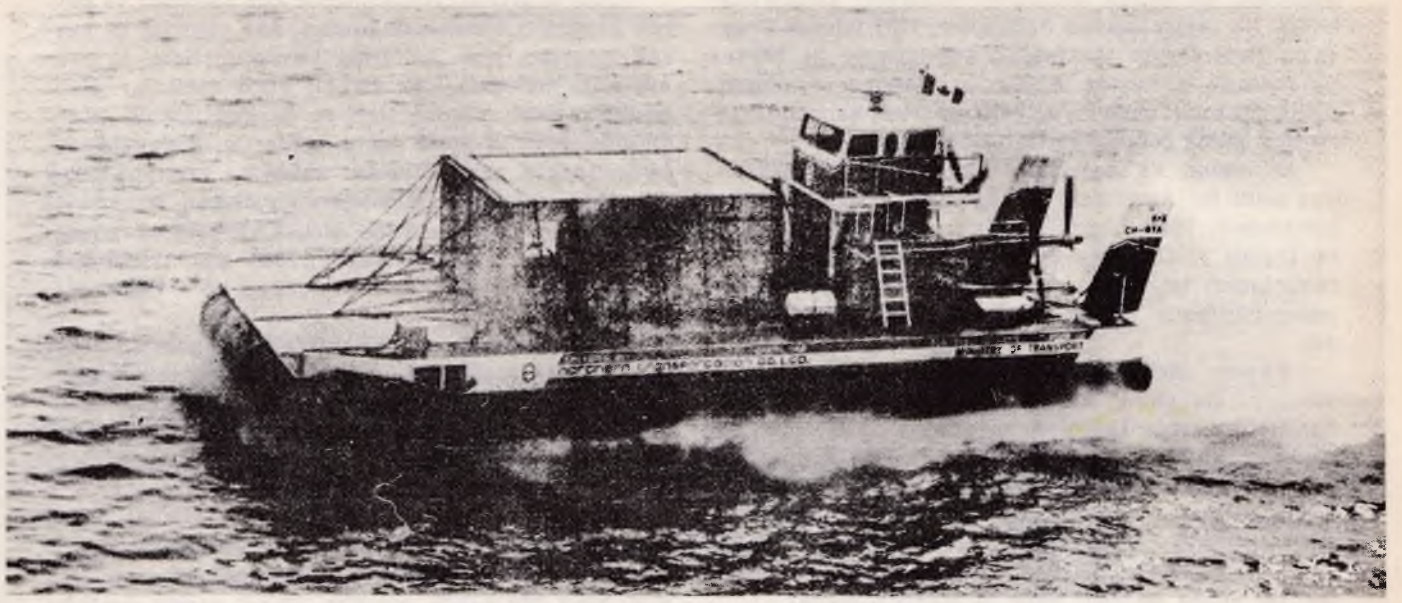
İlk başarılı hava yastıklı taşıt, İngiltere'de C. S. Cockerell tarafından yapıldı. Elektronikçi ve mühendis olan Cockerell, tekne tasarımlarıyla da ilgileniyordu. Önce, aracın yan omurgaları arasına, başta ve arkada yeralan hareketli kanatlar yerleştirerek hava yastığı elde etmeyi denedi. Kanatların hareketli olmaları dışında bu sistem, tepsi örneğine çok benziyordu.

Bu tekniğin elverişsiz olduğunu gören Cockerell, kanatların yerine, aşağı doğru dikey olarak su püskürten aygıtlar yerleştirdi. Arada gene yeterince hava kalmadığını görünce de, hava püskürtücüleri kullanmayı düşündü.

İlk hava yastıklı taşıt SR-N1, 1959 yılında Wight adasından İngiltere'ye ilk seferini yaptı. Birkaç hafta sonra da, iki saatte Manş denizini geçti. 1965 yı-

Mekong deltasında devriye görevine çıkan, A.B.D. Deniz Kuvvetleri'ne bağlı bir hava yastıklı araç.(altta)

SR-N5 tipi hava yastıklı taşıtlar, genel amaçlarla kullanılmak için çok sayıda yapıldı. (üstte) Resimde görülen araç, Malaya ormanlarında. İngiliz Ordusu tarafından kullanılmaktadır. Aynı türden başka araçlar da Kanada'nın batı kıyısında, kıyı koruma devriyelerince kullanılır. Bu araçlar, 18 kişi ya da 2 ton yük taşırlar. Daha büyük model olan SR-N6 ise 56 yolcu taşıyabilir.



Resimde görülen Voyageur *adlı hava yastıklı taşıt, Kanada'da kullanılmaktadır. Çeşitli yeryüzü şekillerinin (özellikle, kışın donan göller) görüldüğü bu ülke için, son derece elverişli bir taşıttır. 25 tonluk yük taşıma kapasitesi, taşıtı yük uçaklarıyla bile rekabet edebilecek duruma getirmiştir.*

lında, Wight adası ile İngiltere arasında düzenli yolcu taşımacılığı başladı. Günümüzde SR-N4'lerden oluşan bir filo, İngiltere ile Fransa arasında yolcu ve araç taşımaktadır. Bu araçlar 1972 yılında, iki ülke arasındaki deniz trafiğinin % 29'unu oluşturuyorlardı.

Kullanım alanları: Hava yastıklı taşıtlar, her türlü zemin üstünde hızlı ulaşım sağlayan araçlardır.

Hava yastığı, taşıyıcılık niteliğinin yanında, etkili bir yay gibi de davrandığından, modern hava yastıklı taşıtlar, 3 metre yüksekliğindeki dalgalardan bile etkilenmeden yol alabilir ve engebeli arazi üstünde kullanılabilirler. A.B.D., bu araçları, Vietnam'da ve başka Uzakdoğu ülkelerinde askeri amaçlarla kullanmıştır. İngilizler de bu tür bir araçla, incelemeler yapmak için Amazon ırmağının kaynağına doğru yolculuk yapmışlardır.

Askeri açıdan aracın önemli üstünlükleri vardır. Büyük türler hem hızlıdır, hem de torpil ve roket taşıyabilir. Denizden yüksekte hareket ettiklerinden, torpillenme tehlikeleri yoktur. Torpil, onlara zarar veremeden altlarından geçip gider. Ayrıca, hava yastığı üstün bir ses geçirmez tabaka özelliği gösterdiğinden, denizaltı dinleme aygıtları, hava yastıklı taşıtların motor gürültüsünü alamaz.

Gerek sivil, gerekse askeri amaçla kullanımda hava yastıklı taşıtlara özgü bir başka üstünlük de, bu araçların denizden karaya çıkarken hiç bir güçlükle karşılaşmamalarıdır. Bu nedenle, hava yastıklı taşıtlar, pahalı dok ve liman tesisleri gerektirmemekte, sığ bir kumsal yeterli olmaktadır.

Hava yastıklı taşıtlar, karada da birçok alanda kullanılır. Hava yastığı ilkesi, çim biçme makinasından, fabrika içinde ağır yükleri bir yerden başka yere taşımakta kullanılan özel araçlara kadar birçok değişik modellerde kullanılmıştır. Bunlardan biri de, Kuzey kutbunun ıssız bölgelerinde 375 tonluk yükler taşıyacak biçimde hazırlanmış, A.B.D. yapısı dev ACT 375'tir. Hava yastıklı trenler konusunda A.B.D., Fransa, Japonya ve S.S.C.B'nde araştırmalar yapılmaktadır. Hava yastığı ilkesi, uçaklara bile uygulanmış, A.B.D. yapısı Bell LA 4'te, iniş ve kalkış sırasında tekerlek yerine, hava yastıklarından yararlanılmıştır.

HELİKOPTER

Helikopterler, *rotorlu uçaklar* sınıfının bir türüdür. Bu sınıftaki öteki türler, «OTOJİR» ve «konvertiplan»lardır (dönüştürülebilir uçaklar). Helikopter ile otojir birbirine benzer. İkisi de, uzun ve ince *rotor palalarının* yatay olarak dönmesi sonucu oluşan kaldırma gücüyle havada durur ya da uçarlar (Bk. AEROFOİL).

Bununla birlikte, otojir palalarının YEL DEĞİRMENİ'nde olduğu gibi rüzgar etkisiyle dönmesine karşılık, helikopterdeki palalar, bir motorla döndürülür. Otojirler, rüzgarsız havalarda dikine kalkış ya da iniş yapamazlar. Helikopterlerse, rüzgara bağımlı değildirler; rüzgar olmasa da dikine kalkış ve iniş yapabilir, havada durabilir, ileri, geri ya da yana doğru uçabilirler.

Helikopter uçuşunun ilkeleri, yüzyıllardır bilinmektedir. Sözgelimi, Leonardo da VİNCİ bir helikopter planı yapmış, George Cayley (1792) gibi eski

havacılar da, çeşitli helikopter modelleri geliştirmişlerdir. İlk insan taşıyan helikopter, 1907 yılında Fransa'da Paul Cornu tarafından yapılmış ve 24 BG'lük bir motorla uçmuştur. Ancak, bazı denge ve mühendislik sorunları nedeniyle, helikopterler, kanatlı uçaklar gibi çabuk gelişme göstermemişlerdir.

Dünyanın ilk başarılı helikopteri olan VS-316A, Rus asıllı bir Amerikalı mühendis olan İgor Sikorsky tarafından, 1942 yılının Ocak ayında yapıldı. A.B.D. ve İngiliz Silahlı Kuvvetleri tarafından «R-4» diye tanımlanan bu helikopter, çok yalındı. Aynı düzenleme, günümüz helikopterlerinde de kullanılmaktadır.

Yapım: Helikopterin ana parçası, uçuş ekibini, yolcu ya da yükü, yakıtı ve motoru taşıyan gövdedir. Helikopterde 1950'lerin ortalarına kadar pistonlu motorlar kullanılmış, sonra bu motor, yerini büyük ölçüde gaz türbinlerine bırakmıştır. Helikopterin motorundan çıkan ve dakikada birkaç bin devir yapan mil, bu dönüş hızını, dakikada 300-400 devire düşürerek rotora veren bir dişli kutusuna bağlıdır. Rotor ise, bir göbek ile ona bağlı palalardan oluşur.

Rotorun belirli bir yönde dönüşü, helikopter gövdesinin ters yöne doğru dönmesine neden olur. Gövdenin ters yöne dönüşünü önlemek için, kuyruğa, dişli kutusundan çıkan ikinci bir şaftla çalışan daha küçük bir rotor takılır. Küçük rotor, ana rotorun dönüş hareketinden kaynaklanan gövde dönüşünü ortadan kaldıracak bir hızla döner.

Modern helikopterlerde, iki ile yedi arasında rotor palası bulunur. Palaların hücum kenarlarına (dönüş yönündeki ön kenar), yukarı doğru birkaç derecelik bir eğim verilmiştir. Uçak PERVANE'lerinde olduğu gibi, bu açıya *«hatve açısı»* ya da *«pala açısı»* denir.

Hatve açısı denetimi: Helikopter havada dururken, rotor hızı ile hücum açılarının toplam etkisi, gövdenin ağırlığını tam anlamıyla dengeleyen bir kaldırma kuvveti oluşturur. Helikopterin tırmanışa geçmesi, yani yükseklik kazanması için, rotorun daha büyük bir kaldırma kuvveti oluşturması gerekir. Kaldırma kuvveti, rotorun dönüş hızı artırılarak değil, hatve açıları artırılarak sağlanır. Rotorun dönüş hızı, uçuş biçimi ne olursa olsun değişmez. Ancak, daha yüksek bir kaldırma kuvvetinde, daha çok rüzgar engellemesi oluşacağından, motordan daha çok güç çekmek gerekir.

Rotor palalarının açıları, pilot kabininde bulunan bir *ortak hatve koluyla*, her palada aynı derecede olacak biçimde değiştirilir. Pilot kabininin döşemesinde bulunan bu kol, normal uçak ile helikopter kabini arasındaki farklardan birini oluşturur. Pilotun elle kumanda ettiği kolun yukarı doğru çekilmesiyle helikopter yükseklik kazanır, aşağı itilmesiyle de alçalır.

Tırmanış ve alçalış gibi, havada yapılan bütün manevralar da motor gücünün ayarlanmasını gerektirdiğinden, pilot, ortak kolun ucundaki bir gaz koluyla hem, pala açılarını denetler hem de aynı elle motor gücünü ayarlar.

Uçuş denetimi: Helikopterde ana kanatlar ve kuyruk kanatları bulunmadığından, ana rotorlar ve kuyruk rotorları, hem kaldırma kuvvetini, hem de helikopterin denetimi için gerekli gücü sağlarlar. Helikopterin yatay olarak, ileri ya da geri uçması istendiğinde, rotor o yöne doğru eğilir. Bu durumda, rotorun tepkisi ya da toplam kaldırma kuvveti, dikey olmaktan çıkar ve iki bileşenden oluşan bir kuvvet haline gelir. Bileşenlerden biri, dikey olarak gövdenin ağırlığını dengeler. Daha küçük olan ikinci bileşen ise, helikopterin, uçması istenen yöne doğru gitmesini sağlar.

Helikopterin daha yüksek bir hızda uçmasını sağlamak için, rotor palalarının daha çok eğilmesi gerekir. Böylece, rotor tepkisinin daha büyük bir bölümü, istenen yöne doğru çalışmaya başlar. Ama bu yapılırken, dikey kaldırma gücünün düşmemesi için, motor gücünü artırmak zorunlu olur.

Rotorun eğilmesi, pala uçlarının çizdiği dairenin yarısının, ikinci yarısına göre daha çok kaldırma kuvveti uygulamasıyla gerçekleşir. Bunun için, pala açısı bir yanda artırılıp, ikinci yanda azaltılır. Böylece bir palanın açısı, bir tam devir sırasında en aza iner ve yeniden yükselir.

İstenen hareketin yapılması ya da hızın değişmesi için, kaldırma kuvveti değişikliklerinin rotor diskinin neresinde olacağını belirleyen devirli hatve denetimi, pilot kabininde bulunan bir lövyeyle yapılır. Uçuş başı (helikopterin, kuzeye göre uçuş yönü) değişiklikleriyse, bu kumanda ile birlikte, yön dümeni pedallarıyla kuyruk rotoru palalarında sağlanan hatve değişimiyle sağlanır.

Hız sınırı: Helikopterin ileri doğru olan hızı arttığında, ileri doğru hareket eden palanın hızı da aynı miktarda artar ve geri doğru hareketli palanın hızı düşer. Bunun sonucu olarak, belirli bir süre sonra, ileri doğru hareket eden palanın hızı, ses hızına yaklaşır ve bazı aerodinamik etkiler nedeniyle, rüzgar sürtünmesi artarak kaldırma kuvvetini düşürür. Öte yandan, ters taraftaki palanın görece hızı da, yeteri kadar kaldırma kuvveti oluşturamaz ve palalar çalışmaz hale gelir. Bu nedenlerle, helikopterin en yüksek hızı, yaklaşık 400 km/saatle sınırlıdır.

İngiliz Krallık Hava Kuvvetleri tarafından kıyı kurtarmada kullanılan bir Westland Whirlwind HAR 10 helikopteri. (Resim 1) Uçuş ekibi üç kişidir. On yolcu taşıyabilen bu helikopter, bir Rolls-Royce Gnome türboşaft motoruyla donatılmıştır.

Westland-Aerospatiale Gazelle helikopterinin ana rotor başı ve pala açısı (hatve değiştirme) mekanizması. (Resim 2)

Gazelle helikopterinin kaportalı kuyruk rotoru. (Resim 3)

Bir Bell 206A helikopterinin lövyelerini, yön dümeni pedallarını ve koltuğun sağındaki ortak hatve kolunu gösteren bir pilot kabini resmi. (Resim 4)

1

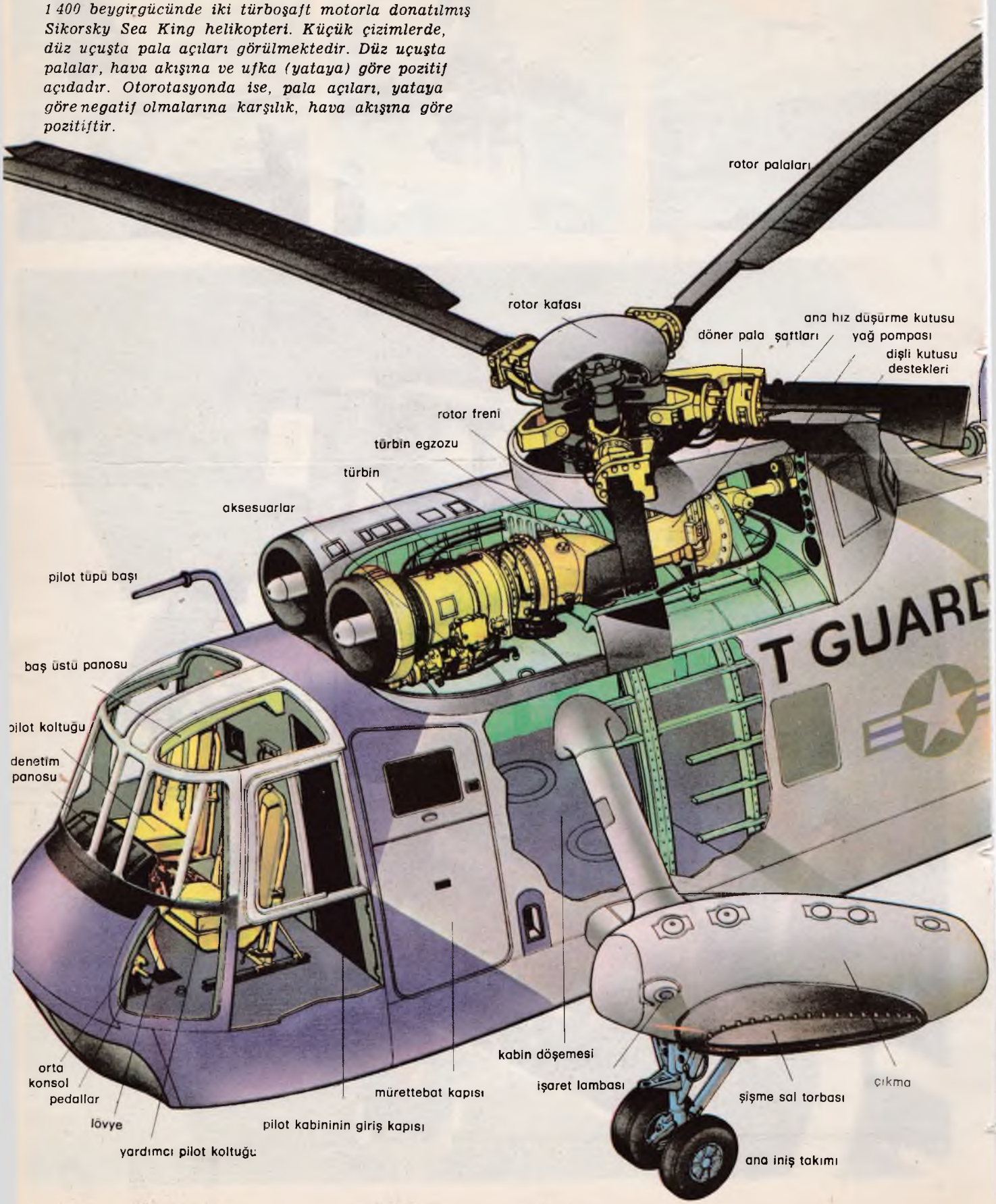
2

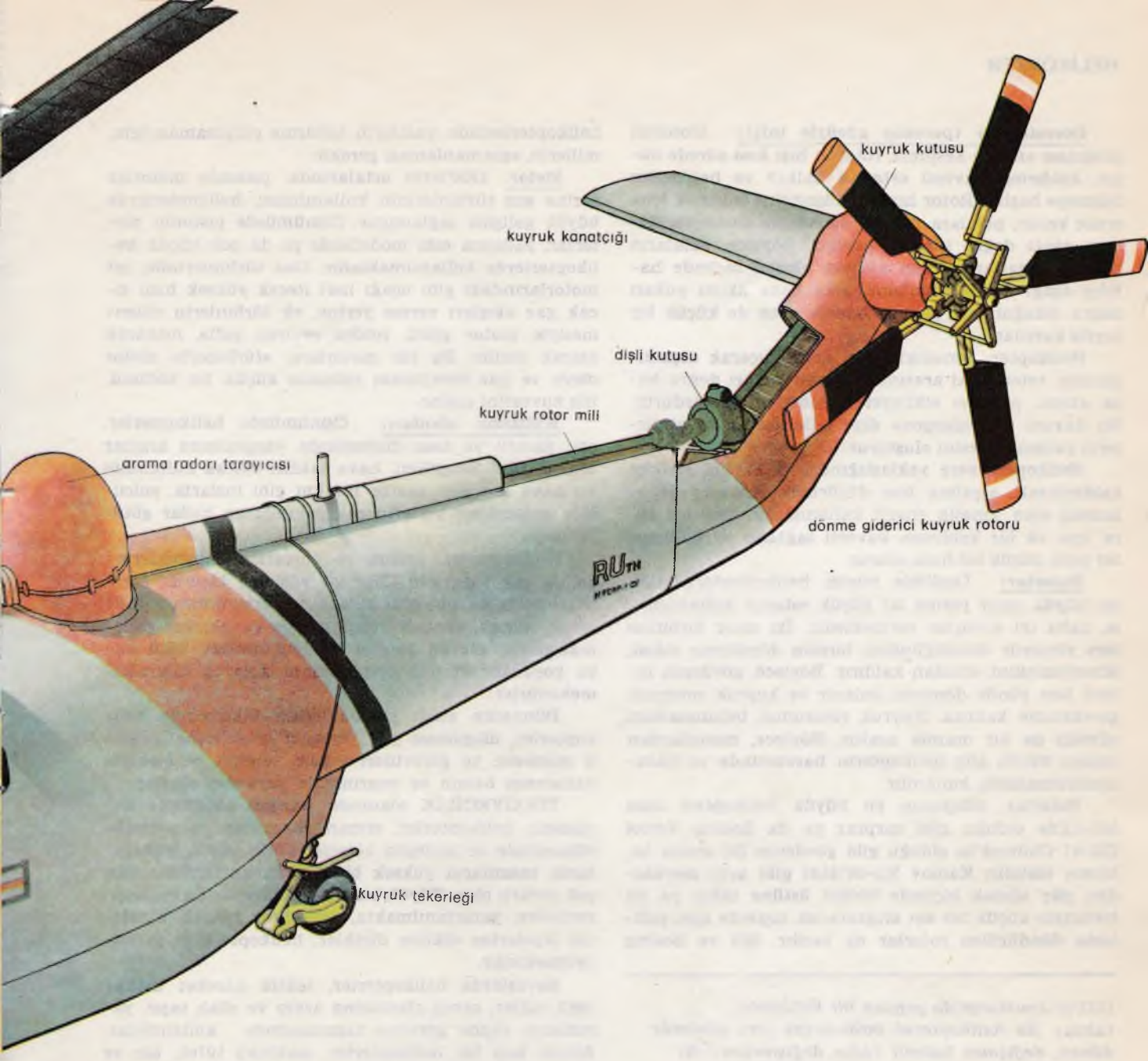
3

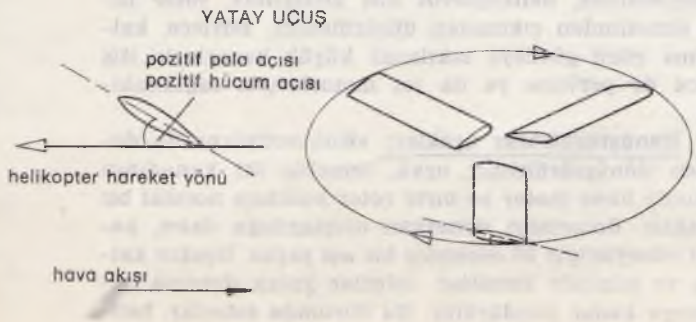
4

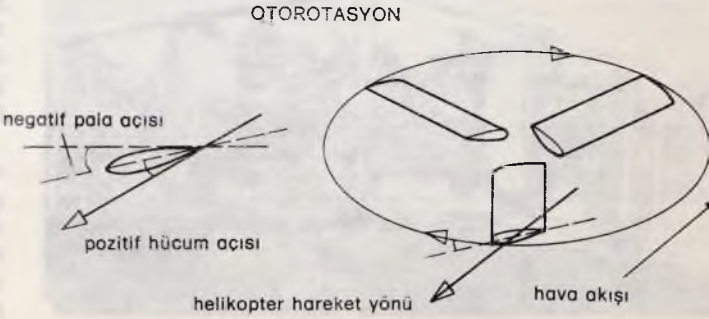
HELİKOPTER

1 400 beygirgücünde iki türboşaft motorla donatılmış Sikorsky Sea King helikopteri. Küçük çizimlerde, düz uçuşta pala açıları görülmektedir. Düz uçuşta palalar, hava akışına ve ufka (yataya) göre pozitif açıdadır. Otorotasyonda ise, pala açıları, yataya göre negatif olmalarına karşılık, hava akışına göre pozitiftir.




kuyruk kutusu
kuyruk kanatçığı
dişli kutusu
kuyruk rotor mili
arama radarı tarayıcısı
dönme giderici kuyruk rotoru
kuyruk tekerleği


YATAY UÇUŞ
pozitif pala açısı
pozitif hücum açısı
helikopter hareket yönü
hava akışı


OTOROTASYON
negatif pala açısı
pozitif hücum açısı
helikopter hareket yönü
hava akışı

Otorotasyon (pervane gücüyle iniş): Motorun çalışması ansızın kesilirse, rotorun hızı kısa sürede düşer, kaldırma kuvveti ortadan kalkar ve helikopter düşmeye başlar. Rotor hızının düşmesini önlemek için, ortak kolun, palalara negatif açı verme amacıyla, hemen aşağı doğru itilmesi gerekir. Böylece, palaların hücum kenarları, ufkun altında olacak biçimde hafifçe aşağı doğru eğimlenir, ama hava akımı yukarı doğru olduğundan, palalar havayı gene de küçük bir açıyla karşılar.

Helikopter, genellikle ileri doğru uçarak alçaldığından, rotor diski arasından geçen yukarı doğru hava akımı, palaları etkileyerek döndürmeyi sürdürür. Bu durum «*otorotasyon*» diye adlandırılır ve otojirlerin çalışma ilkesini oluşturur.

Helikopter yere yaklaştığında, ortak kol hafifçe kaldırılarak, alçalma hızı düşürülür. Rotorda depolanmış olan kinetik enerji kullanılarak, kısa bir süre için, ek bir kaldırma kuvveti sağlanır ve helikopter yere, düşük bir hızla oturur.

Rotorlar: Özellikle büyük helikopterlerde, tek bir büyük rotor yerine iki küçük rotorun kullanılması, daha iyi sonuçlar vermektedir. İki rotor birbirine ters yönlerde döndüğünden, birinin döndürme etkisi, ikincisininkini ortadan kaldırır. Böylece, gövdenin rotora ters yönde dönmesi önlenir ve kuyruk rotoruna gereksinme kalmaz. Kuyruk rotorunun bulunmaması, ağırlığı da bir oranda azaltır. Böylece, motorlardan alınan bütün güç, helikopterin hareketinde ve havalandırılmasında kullanılır.

Rotorlar, dünyanın en büyük helikopteri olan Mil-12'de olduğu gibi çarpraz ya da Boeing Vertol CH-47 Chinook'ta olduğu gibi gövdenin iki ucuna takılmış olabilir. Kamov Ka-26'daki gibi aynı merkezden güç alacak biçimde birbiri üstüne takılı ya da birbiriyle küçük bir açı oluşturacak biçimde ayrı şaftlarla döndürülen rotorlar da vardır. Mil ve Boeing helikopterlerinde, palaların birbirine çarpmaması için, millerin, eşzamanlaması gerekir.

Motor: 1950'lerin ortalarında, pistonlu motorlar yerine gaz türbinlerinin kullanılması, helikopterlerde büyük gelişme sağlamıştır. Günümüzde pistonlu motorlar, yalnızca eski modellerde ya da çok küçük helikopterlerde kullanılmaktadır. Gaz türbinlerinde, jet motorlarındaki gibi uçağı ileri itecek yüksek hızlı sıcak gaz akışları verme yerine, ek türbinlerin eklenmesiyle motor gücü, rotoru çeviren şafta mekanik olarak verilir. Bu tür motorlara, «*türboşaft*» motor denir ve gaz enerjisinin yalnızca küçük bir bölümü, itiş kuvvetini sağlar.

Kullanım alanları: Günümüzde helikopterler, çok yararlı ve bazı durumlarda vazgeçilmez araçlar olmuşlardır. Sözgelimi, hava taksisi olarak kullanılan bu hava araçları, saatte 160 km gibi hızlarla, yolcuları, gidecekleri yerlerin çok yakınlarına kadar götürebilirler.

Helikopterler, arama ve kurtarma çalışmalarında da çok yararlıdır. Her yıl yüzlerce kişinin, özellikle deniz ve göl gibi sulardan kurtarılmasını sağlarlar. Ayrıca, denizde petrol arama ve çıkarma çalışmalarında, gerekli görevli ve donanımları, kötü hava koşullarında bile platformlara kolayca taşıyabilmektedirler.

Dünyanın aşağı yukarı bütün ülkelerinde helikopterler, ulaşılması güç yerleşim bölgelerine, gerekli malzeme ve görevlileri taşır, telefon ve elektrik hatlarının bakım ve onarımında yardımcı olurlar.

İTFAİYECİLİK alanında, yangın söndürme donanımlı helikopterler, orman yangınlarının söndürülmesinde ve yerleşim bölgelerindeki büyük yangınlarda insanların yüksek binalardan kurtarılmasında, çok yararlı olur. Büyük bina yapımlarında da helikopterlerden yararlanılmakta, sözgelimi yüksek binaların tepelerine dikilen direkler, helikopterlerle yerleştirilmektedir.

Savaşlarda helikopterler, taktik hareket üstünlüğü sağlar, savaş alanlarına asker ve silah taşır, yaralıların cephe gerisine taşınmasında kullanılırlar. Ayrıca bazı tür helikopterler, makinalı tüfek, top ve roket gibi silahlarla donatılarak, bir savaş uçağı gibi görev yapabilirler.

Helikopterlerin hızlarını artırma amacıyla yapılan çalışmalar sürdürülmektedir. Yakın bir gelecekte, daha hızlı helikopterlerin ortaya çıkması beklenmektedir. Rotorlar yeterince sert ve dayanıklı hale getirilebilirse, helikopterin hızı arttığında, rotor hızı, denetimden çıkmadan düşürülebilir. Böylece, kaldırma gücü gövdeye takılacak küçük kanatlarla, itiş gücü de pervane ya da jet motorlarıyla sağlanabilir.

Dönüştürülebilir uçaklar: «Konvertiplan» da denilen dönüştürülebilir uçak, temelde iki kanadının ucunda birer motor ve birer rotor bulunan normal bir uçaktır. Rotorların dönerken oluşturduğu daire, kanat yüzeyleriyle 90 derecelik bir açı yapar. Uçağın kalkış ve inişinde kanatlar, rotorlar yatay duruma gelinceye kadar döndürülür. Bu durumda rotorlar, heli-

1915'te Avusturya'da yapılan bir helikopter. (altta) Bu helikopterin birbirlerine ters yönlerde dönen, değişmez hatveli (açısı değişmeyen) iki rotoru vardı.

kopterde olduğu gibi, kaldırma gücü oluştururlar. Kalkıştan sonra kanatlar, yeniden yatay duruma getirilir. Yatay durumda pervane gibi çalışan rotorlar, itiş gücü oluştururlar.

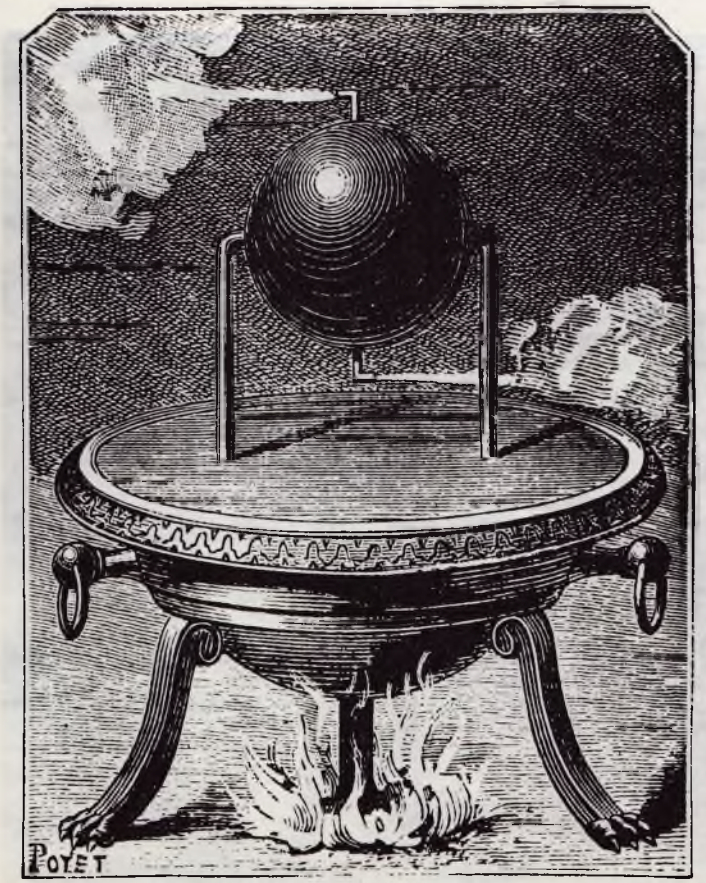
HENRY Bk. İNDÜKTANS

HERON, BÜYÜK YA DA İSKENDERİYELİ (İ.S. I. yy)

Doğum ve ölüm tarihleri kesin olarak bilinmeyen Heron'un, yapıtlarından birinde anlattığı Ay tutulması nedeniyle İ.S. I. yüzyılda yaşadığı sanılır ve birçok makinanın bulucusu sayılır.

Heron zamanında İskenderiye kenti, bir kültür merkeziydi. Adını Büyük İskender'den alan kent, Romalıların boyunduruğundayken bile, Yunan geleneklerinin ve yasalarının etkisi altındaydı. Heron'un da, mekanik ve makina teknolojisine ilişkin çeşitli denemeleri yunancadır.

Heron'un döner eolipili. (altta) İlk tepkimeli türbin sayılan bu aygıt, kazandan üflenen buhar fıskıyesiyle döndürülürdü.



Yunanlıların makina teknolojisi konusunda ilgi alanları, otomatik oyuncaklar ve yalın aygıtlardan, çeşitli işler yapmaya yarayan karmaşık makinalara kadar uzanıyordu. Ne var ki, söz konusu makinalara ilişkin belgelerin pek azı ele geçirilebilmiştir. Eldeki bir avuç yapıt içinde en değerlileri, Heron'unkilerdir. Öteki yazarların yapıtlarından yalnızca, sonradan latince ve arapçaya çevrilmiş bölümler bulunabilmiştir.

Heron'un yapıtları içinde en ünlüsü, *Pneumatika*'dır. Bu yapıt, pnömatik ilkelerinin yanı sıra, mekanik ve hidrolik ilkelerinden yola çıkan yaklaşık 80 değişik mekanizma ve aygıtı içermektedir. Anlatılan düzeneklerin çoğunda, sıkıştırılmış hava olgusu vardır. Suyu bir yerden bir yere taşımada sık sık hidrolik sifon kullanılmakta ve ilk kez dişli tahrik sistemlerinden söz edilmektedir. Bu yapıtta Heron, buhar basıncıyla ilgili uygulamalara da değinmektedir.

Pneumatika'da olduğu gibi *Automatopoietike*'de de çeşitli oyuncaklardan söz edilmektedir. Öteki yapıtlarındaysa, daha yararlı aygıtlar ele alınmaktadır. Sözgelimi, *Dioptra*'nın konusu yerölçümleridir ve gene Heron tarafından geliştirilen bir aygıtın yapısını ve çalışma biçimini içermektedir. Dioptra, düzeç ile teodolitin işlevlerini birleştiren bir aygıttı. Heron'un en az bilinen çalışması, savaşta mızrak ya da ok atmaya yarayacak katapultları anlatan *Belopoiika*'dır.

Heron'un son yapıtı olan *Mekanik* ise, kendisinden çok sonra yapılan bir arapça çeviriden bilinmektedir. Bocurgat, manivela, makara, takoz ve pervane gibi taşıma ve kaldırma aygıtlarının temel öğelerine değinen bu yapıt, çok önemlidir. Çeşitli uygulamalar incelenmiş ve zeytin, üzüm ezmede kullanılan vidalı pres, özellikle dikkate değer bulunmuştur.

HERSCHEL, WİLLİAM (1738-1822) VE JOHN (1792-1871)

William Herschel, Uranüs gezegeni ile KIZILALTI IŞINIM'ın bulucusu ve yıldız gökbiliminin kurucusu olarak tanınır. Oğlu John Herschel de fizik, kimya ve gökbilimin birçok dalında öncülük etmiş ünlü bir bilim adamıdır.

William Herschel, Hannover'de (Almanya) doğdu. Babası gibi obua çalgıcısı oldu. Ama savaş tehlikesi nedeniyle genç yaşta İngiltere'ye yerleşti.

İngiltere'de birkaç yılını beste, konser ve müzik dersleriyle geçiren William Herschel, 35 yaşında, uzun süredir ilgilendiği gökbilimle uğraşmaya başladı. Teleskop kiralamanın pahalıya mal olduğunu görerek, bir teleskop yaptı ve çiftyıldızları araştırmaya başladı. Çok sayıda çiftyıldız buldu. 1781 yılının Mart ayında teleskopunda küçük bir diske benzeyen garip bir cisim gördü. Cisim, her gece yer değiştiriyordu. Herschel, önce onu yeni bir kuyrukluyıldız sandı; ama çok geçmeden, söz konusu cismin bir kuyrukluyıldız olmadığı, Satürn'ün de ötesinde, Güneş çevresinde dönen yeni bir gezegen olduğu anlaşıl-

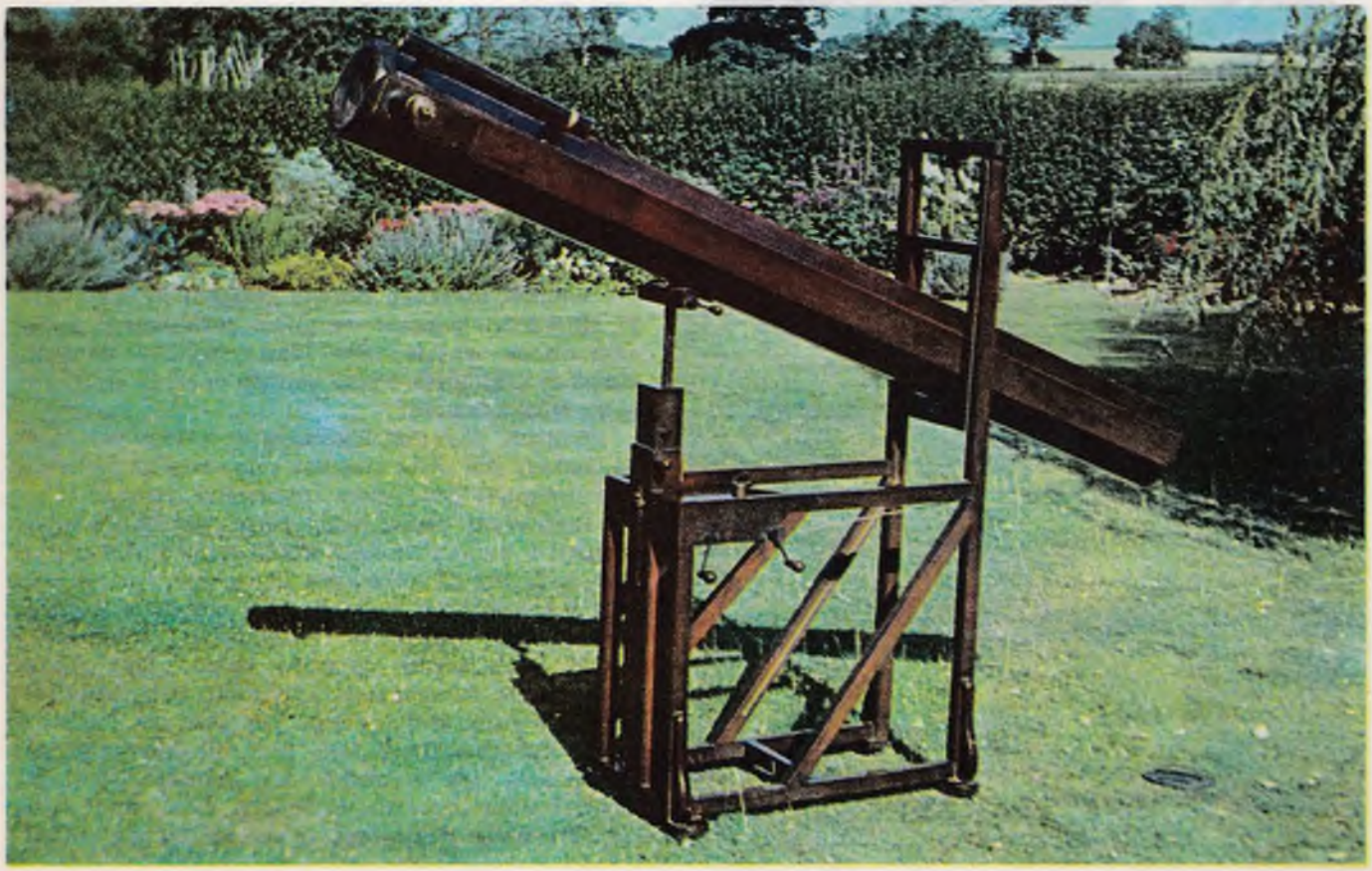
dı. Bu buluş hiç beklenmiyordu; çünkü, tümü ilk çağlardan beri bilinen öteki gezegenlerden sonra Uranüs, bulunan ilk gezegendi.

Buluş, Herschel'e büyük ün sağladı. Kral George III'ün verdiği ödülle müziği bırakıp, zamanını bütünüyle gökbilimle uğraşarak geçirmeye başladı. Döneminde dünyanın en büyük teleskopu olan 1,2 m çaplı «Kırk ayaklık» teleskopu yaptı.

Araştırmaları sonucunda, gökyüzünü saran uzak yıldız kümesinin, yani Samanyolu'nun, yassı mercek biçimli bir yapı olduğunu ve Güneş'in Samanyolu'nun ortasında değil, bir kenarında bulunduğunu açıkladı. Ayrıca çiftyıldızların, raslantı sonucu yan yana gelmiş yıldızlar değil, birbirlerinin çevresinde dönen çiftli sistemler olduklarını ve Güneş'in uzayda belli bir yönde hareket ettiğini buldu.

William Herschel'in 81 yaşındaki resmi. (sağda) George III tarafından ödüllendirilmiş olan Herschel, yeni gezegeni «Georgium Sidus» (George Yıldızı) diye adlandırmak istemişti; ama öteki gökbilimciler, daha klasik bir ad olan Uranüs'ü yeğlediler.

Herschel, Uranüs'ü 16 cm çaplı, 2,1 m odak uzaklıklı teleskopuyla bulmuştu. Bu boyda, başka teleskoplar da yaptı; ama buluşunu yaptığı aygıtı hep kullandı. Teleskop günümüzde de kullanılabilecek durumdadır.

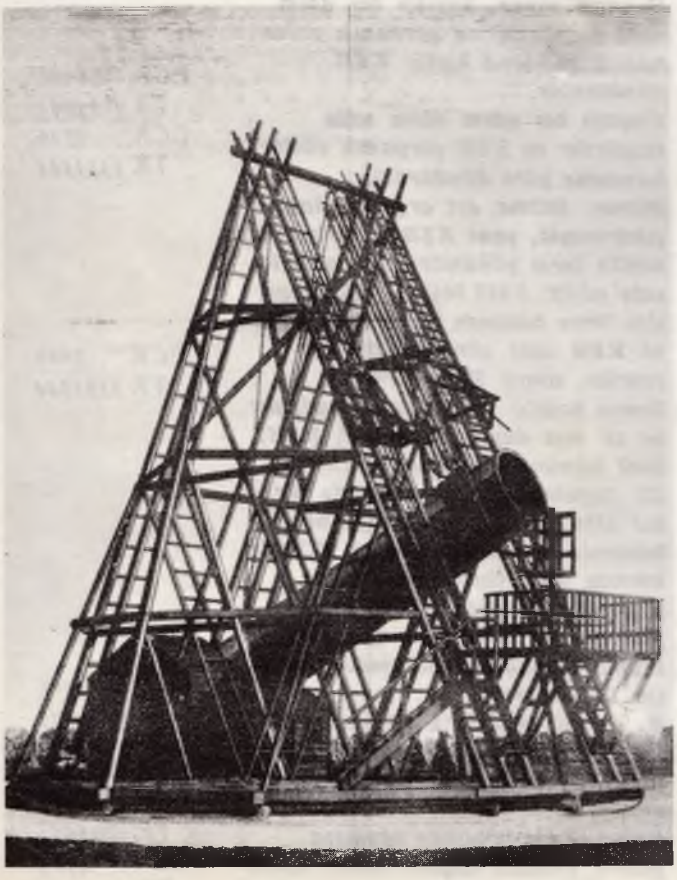


Herschel, Güneş'ten gelen ışığı geçirip ısıyı tutacak bir filtre bulmaya çalışırken, prizmanın tayfının kırmızı ucunda (kızılaltı bölgede) kuvvetli bir ısı etkisi bulunduğunu gördü ve bu görünmeyen ışınımın, görünür ışık gibi, kırılma yasalarına uyduğunu saptadı.

William Herschel'in 1792 yılında *John* adlı bir oğlu oldu. Cambridge'de öğrenim gören John Herschel, çeşitli matematik ödülleri kazandı ve kimyayla uğraştı. Kimya alanındaki çalışmalarının en önemlisi, sodyum tiyosülfatın, gümüş tuzlarını erittiğini bulmasıydı.

John Herschel'in 75 yaşında çekilmiş bir fotoğrafı. (solda)

William Herschel'in 1,2 m çaplı, 12 m odak uzaklıklı dev teleskopu. (altta) Bu dev teleskop, 1839'da sökülmüştür.



John Herschel, bir süre sonra babasına yardım etmeye başladı. William Herschel 83 yaşında öldüğünde, John Herschel, gökyüzü araştırmalarını Ümit burnunda, Güney yarıkürede sürdürdü.

1839'da, DAGUERRE'in fotoğrafla ilgili son buluşlarını duyunca, yıllarca süren deneylerden edindiği kimya bilgisini bu konuda kullandı. Sökmeyi düşündüğü eski «Kırk ayaklık» teleskopu görüntülemek için, üstü gümüş halür kaplı bir cam levha kullandı. Eski buluşunu göz önünde tutarak, görüntünün tespit edilmesinde sodyum tiyosülfat kullandı ve bir negatif elde etti. Aynı yolla, kağıt üstüne «pozitif» çıkardı. Elde ettiği ilk fotoğraflar, Daguerre'inkinden başarısızdı; ama günümüzde de Herschel'in yöntemi kullanılmaktadır.

Belirli bir buluşu olmamasına karşılık, John Herschel, XIX. yüzyılda bilimin gelişmesinde önemli rol oynamış ve zamanının en tanınmış bilim adamlarından biri sayılmıştır.

HESAP MAKİNALARI

Hesap makinaları, temel matematik işlemlerinin, sözgelimi toplama, çıkarma, çarpma, bölme gibi işlemlerin elle yapıldığı ABAK'ın tersine, bu işlemleri otomatik olarak yapan makinalardır.

Mekanik hesap makinaları: İlk başarılı hesap makinası, 1642'de Blaise Pascal tarafından yapıldı. Pascal'ın makinasında sayılar, üstleri numaralı halkaların hareket ettirilmesiyle seçiliyordu.

Çarpma ve bölme işlemleri için gerekli olan yinelemeli işlemleri yapacak düzeneği içermeyen makina, yalnızca toplama ve çıkarma yapabiliyordu.

Hesap makinaları alanında ikinci önemli adımı, XVII. yüzyılın sonlarına doğru Alman matematikçi Leibniz attı. Yaptığı hesap makinası, her zaman doğru sonuçlar vermemesine karşılık, art arda toplama yöntemiyle, çarpma işlemlerini yerine getirebiliyordu.

XVIII. yüzyılda çeşitli hesap makinası tasarımları yapıldı. Ama ticari anlamda başarılı sayılan ilk makina, 1820 yılında yapılabildi. Colmar'lı (Fransa) Charles Thomas tarafından yapılan bu makinaya «*Aritmometre*» adı verildi.

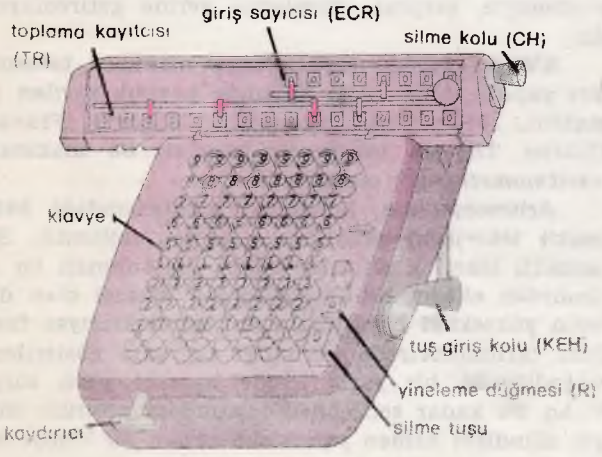
Aritmometrede, Leibniz'in makinasındaki basamaklı tekerleğin geliştirilmiş biçimi kullanıldı. Basamaklı tekerlek, üstünde dokuz diş bulunan bir silindirden oluşur. Silindir eksenine paralel olan dişlerin yüksekliği birbirinin aynı, uzunluklarıysa farklıdır. Aritmometrede herhangi bir sayı gösterilmek istendiğinde, bir yarık içinde hareket eden sürgü, 0'dan 9'a kadar seçilebilen konumlara getirilir. Sürgü, silindirin hemen yanında bulunan bir dişliyi harekete geçirir. Çalıştırma kolu döndürüldüğünde silindir döner; böylece küçük dişli, Leibniz tekerleğinin durumuna eşit sayıda diş atar. Bu hareket koni biçimli dişliler aracılığıyla, sonucu veren kayıt göstergesine taşınır. Kayıt göstergesi, üstünde numara-

lar bulunan bir dizi tamburdan oluşmuştur.

Çarpma ve bölme işlemleri, art arda yapılan toplama ve çıkarmayla yerine getirilir. Kayıt göstergesi basamak kaydırma özelliğinde olduğundan, işlem daha da yalınlaşır: Sözgelimi, bir sayıyı 20'yle çarpmak gerektiğinde, çarpma kolu 20 kez döndürüleceğine, kayıt göstergesinde yazılı sayıyı bir basamak sağa kaydırıp, kolu yalnızca iki kez döndürmek yeterli olmaktadır. Bu modelin elektrikli türleri, 1940'lara kadar üretilmiştir.

XIX. yüzyılın son çeyreğinde, daha değişik hesap makinaları geliştirildi. Bunlar arasında özellikle «komptometre» ve «Burroughs» makinaları, sürekli toplama ve çıkarma yapacak biçimde düzenlendiklerinden, muhasebecilik işlerini önemli ölçüde kolaylaştırmıştır. Bu makinalardan geliştirilmiş iki tür, günümüzde bile kullanılmaktadır.

Pascal'ın hesap makinası. (üstte) Onda birler, birler, onlar, vb. hanelerini gösteren sayı çarkları, dişli sistemlerle kayıt göstergesine bağlanmıştır.



Monroe hesap makinasının kullanılışı. (üstte) Toplama kayıtcısı (TR), tuş giriş kolu (KEH) bir tur çevrildiğinde, tuşa basılmış sayıyı kaydeder. Böylece giriş sayıcısı (ECR), KEH'in yapmış olduğu dönüşleri gösterir. ECR kaydı silinmek istendiğinde, silme kolu (CH) saat yönünde bir kez çevrilir. . . ECR 0000

TR'yi silmek için CH, saat yönünün tersine bir tur döndürülür. . . TR 0000000

TR'ye sözgelimi 4 529 sayısı yazılmak istendiğinde, klavyedeki ilgili tuşlara basılır ve KEH, saat yönüne bir kez çevrilir. . . . . ECR 0001 TR 0004529

Toplama: 4 529 + 736 işlemi için, ikinci sayı, birincide olduğu gibi tuşlarla yazılır ve aynı işlem yinelenir. Sonuç 5 265 olarak verilir. . ECR 0002 TR 0005265

Aynı sayıyla yeniden toplama yapmak için, yeniden R tuşuna basılır, istenen sayı tuşla yazılır ve kaç kez toplama isteniyorsa, KEH o kadar döndürülür. . . . . ECR 0006 TR 0027174

Çıkarma: 4 529 — 736 işlemi için, ilk sayı normal biçimde yazılır; ama ikinci sayı, KEH'in, saatin tersi yönde bir kez döndürülmesiyle çıkarılır. Sonuçta TR ve ECR sıfırı gösterir; çünkü KEH, ters yönde bir kez çevrilmiştir. . . . . ECR 0000 TR 0003793

Çarpma: 4 529 × 736 işlemi için, önce R'ye basılır, sonra çarpılan (4 529) yazılır ve KEH, göstergede çarpan sayısı belirene kadar döndürülür. . . . . ECR 0006 TR 0027174

Bundan sonra, kayıtçı bir adım sağa kaydırılır ve çarpanın onlar hanesi yazılana kadar KEH döndürülür. . . . . ECR 0036 TR 0163044

Kayıtçı bir adım daha sağa kaydırılır ve KEH çarpanın yüzler hanesine göre döndürülür. ECR 0736 TR 3333344

Bölme: Bölme, art arda yapılan çıkarmayla, yani KEH'in birkaç kez saatin tersi yönünde çevrilmesiyle elde edilir. 3 333 344 ÷ 736 işlemi için önce bölünen (3 333 344) yazılır ve KEH saat yönünde bir kez çevrilir, sonra ECR silinir. . . . . ECR 0000 TR 3333344

Sonra kayıtçı en sol uca kaydırılır ve zil sesi duyulana kadar KEH, saat yönünün tersine çevrilir. Zil duyulunca, saat yönünde bir tur attırılır ve kayıtçı sağa bir basamak kaydırılır. Sonuç, ECR'de kırmızı sayılarla (burada siyah sayılar) çıkacaktır (ECR saat yönünün tersi olduğundan eski sayma demektir). Bölümden kalan ise TR değeridir. . . . . ECR 4000 TR 0389344

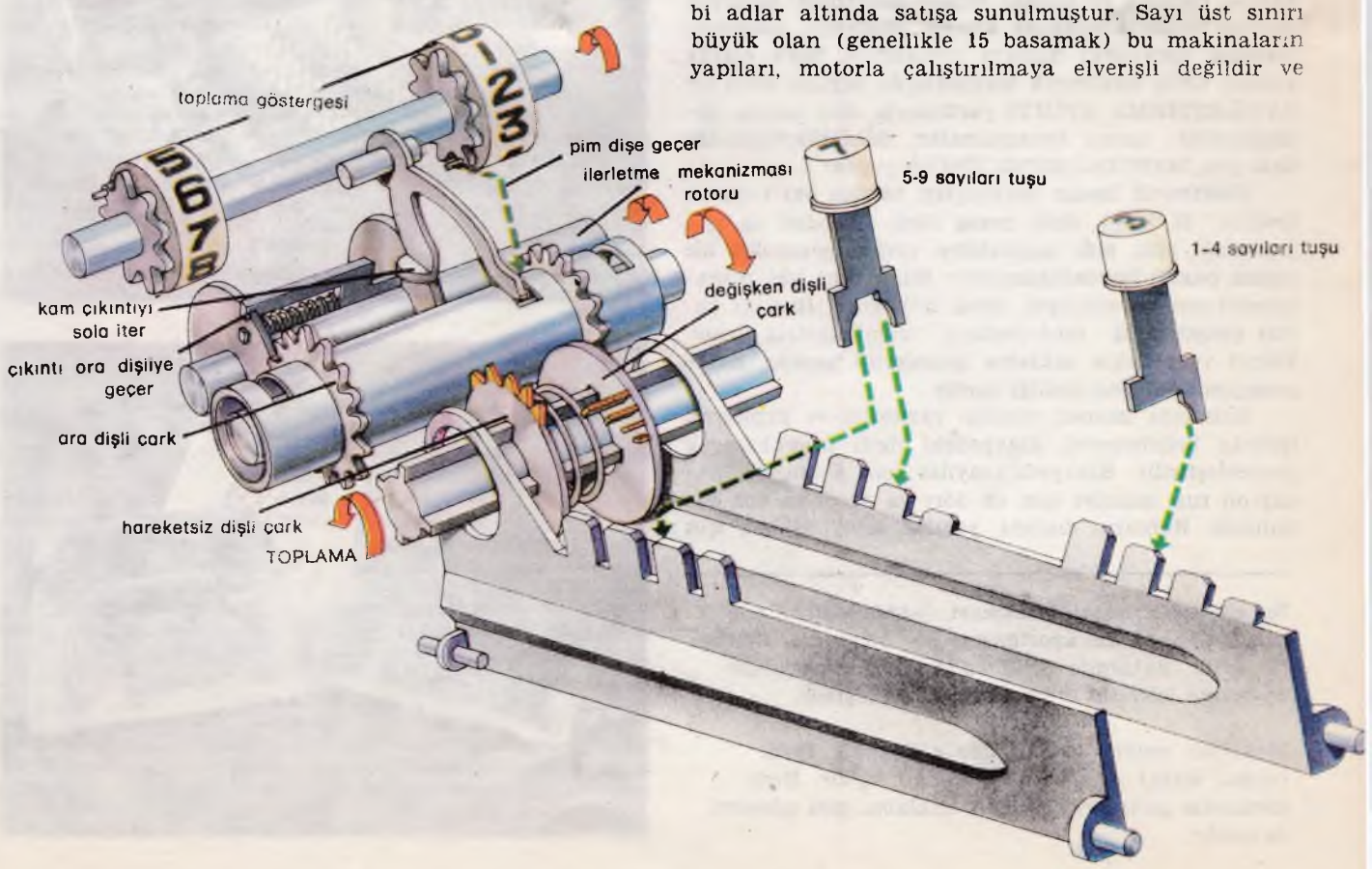
Bu işlem ECR'de bütün sayılar kırmızı olana kadar yinelenir. Sayı tam bölünüyorsa, örnekte olduğu gibi, TR'de kalan değer olmaz. Tam bölünme olmazsa yeterli ondalık değere kadar işlem sürdürülür. ECR 4500 TR 0021344 ECR 4520 TR 0006624 ECR 4529 TR 0000000

Monroe hesap makinası. (üstte) Çalıştırılması kolay olan bu makina, XX. yüzyıl başlarında yaygın biçimde kullanılmıştır.

Monroe makinasında 1'den 4'e kadar herhangi bir sayıya basıldığında, ayar çubuklarından biri sıkıştırılır. (altta) 5'ten 9'a kadar bir sayıya basıldığındaysa, iki çubuk içeri doğru hareket eder. Bu sırada, iki çark üstündeki belirli bir diş hareketi orta dişliyi, orta dişli de gösterge dişlisini çevirerek, karşısına gelen sayıyı yazdırır. Bir sütunda 9 sayısı aşılınca, mekanizma yandaki sütuna geçer.

Silindirli makinalar, W. T. Odhner'in pimli tekerleği bulmasından sonra yapılmaya başlandı. Aynı ilkenin A.B.D'nde, F. S. Baldwin tarafından geliştirilmesiyle de, Monroe makinalarının üretimi başladı. Her iki makinada da, bir tek kolun saat ibreleri yönünde çevrilmesiyle toplama, saat ibrelerinin tersi yönünde çevrilmesiyle de çıkarma işlemleri yapılabiliyordu. 1925'ten sonra, Monroe makinaları motorla çalıştırıldı. Sayılar yazılıp çalıştırma düğmesine basıldığında otomatik olarak toplama ve çıkarma işlemleri, art arda toplama çıkarma işlemleriyle de, çarpma ve bölme işlemleri yapılabiliyordu. İşlemler yapılırken, aritmometrelerdeki basamak kaydırma düzeneğinden yararlanılıyordu.

Silindir sistemi: Odhner'in pimli tekerleği, bir disk ile bu diskin üstüne geçebilen bir halkadan oluşur. Halkanın kenarlarındaki pimler, uygun yarık içine geçerek dışa doğru uzanır. Her pimin çıkıntılı bölümü, disk üstündeki yerine oturur. Makinada bir sayı yazılmak istendiğinde, sürgü kolu, o sayının karşısına gelecek biçimde kaydırılır. Sürgü kolu diske bağlı olduğundan, onu döndürür ve disk üstündeki yarıklar, gerekli pimi dışarı iter. Krank kolu döndürüldüğü zaman bu pimler, dişli gibi çalışır ve bir dizi dişli yardımıyla, istenen sayının kayıt göstergesinde belirmesini sağlar. Pimli tekerlekler, aynı eksen üstünde bir silindir oluşturacak biçimde dizildiklerinden, sisteme «silindir» mekanizması adı verilmiştir. Silindir sistemli hesap makinaları, «Odhner», «Brunsviga», «Muldivo», «Britannic» ve «Walther» gibi adlar altında satışa sunulmuştur. Sayı üst sınırı büyük olan (genellikle 15 basamak) bu makinaların yapıları, motorla çalıştırılmaya elverişli değildir ve



sürekli olarak bir kolun döndürülmesi, kullanıcılar için oldukça yorucu olur.

Bileşik çarklı mekanizmalar: Monroe, klavyeli bir makinadır. İstenen sayılar seçilirken, silindirli makinalara oranla daha az yanlışa yolaçar. Monroe makinalarında her çark, gerçekte yan yana duran ve aralarında bir boşluk bulunan iki çarktan oluşur. Birinci çarkın üst kenarında, beş hareketsiz diş bulunur; ikinci çarktaysa, uzunlukları gittikçe artan dişler vardır. Bu dişler, Leibniz tekerleğindeki gibi, dışa doğru bir çıkıntı oluştururlar. Bir tuşa basılarak 4'e kadar olan sayılardan biri yazılırsa, değişken dişlinin kenara doğru hareket ettirilmesiyle, istenen sayıya ait dişlinin, göstergedeki uygun sayı dişlisini kavraması sağlanır. Hareketsiz dişliyse, gösterge dişlisiyle bağlantılı olmadığından, krank kolunun döndürülmesiyle kavranmaz.

5, 6 (bu sistemde 4+1, 4+2 gibi ele alınmaktadır), vb. sayıları yazmak için, değişken çarkın istenen sayıda dişine bağlanabilen gösterge dişlisiyle, hareketsiz diş bölümü kavramaya getirilir. Sözgelimi 8 yazarken, gösterge dişlisi 8 diş döner. Bunlardan beşi hareketsiz dişlinin, üçü de değişken dişlinin konumuyla sağlanır.

20 basamaklı sayıları gösterebilen bu tür makinaların, hesaplama işlemlerindeki önemi kanıtlanmıştır.

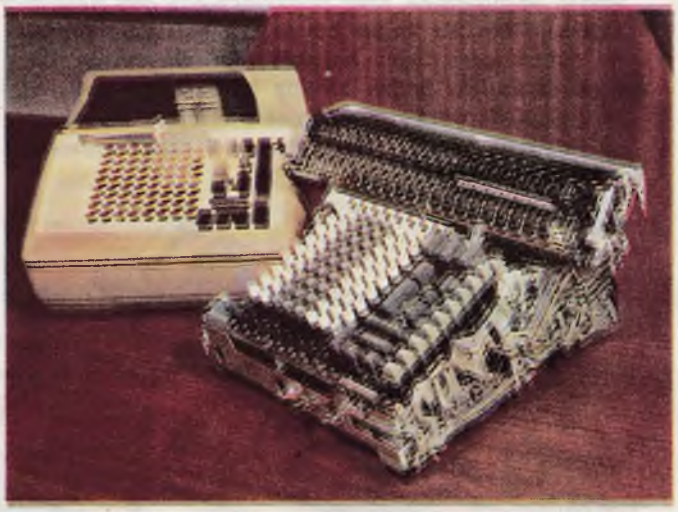
Elektronik hesap makinaları: Yalın bir elektronik hesap makinası, dört temel işlemi (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme) yerine getirebilir. Mekanik hesaplayıcılarda işlemler analog yöntemle, sözgelimi tekerlek üstündeki dişlerin genişliğine bağlı olarak yapılır. Oysa elektronik makinalarda sayılar, önce bir SAYILAŞTIRMA AYGITI yardımıyla ikili sayıya dönüştürülür; sonra hesaplamalar, BİLGİSAYARLAR'daki gibi, MANTIK DEVRELERİ'yle yapılır.

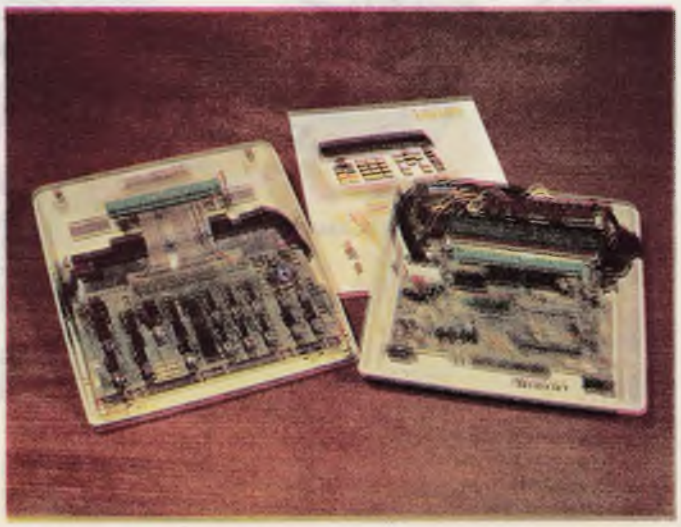
Elektronik hesap makinaları başlıca iki biçimde üretilir: El (cep) türü; masa türü. Adından da anlaşılacağı gibi, elde taşınabilen türler, genellikle bir sigara paketi büyüklüğündedir. Masa türü hesap makinalarının boyutlarıysa daha büyüktür. Her iki türün geliştirilmiş modellerinin trigonometrik, üstel, köksel ve bellekte saklama işlemlerini yapma, hattâ programlanabilme özelliği vardır.

Bunlarda istenen sayının yazılması ve yapılacak işlemin belirlenmesi, klavyedeki ilgili tuşa basarak gerçekleştirilir. Klavyede, sayılar için 0'dan 9'a kadar on tuş, işlemler için de dört ya da daha çok tuş bulunur. Bunların dışında, yazılan sayıyı silmek için bir silme tuşu vardır. Kesirli sayılar için de, ondalık yerini seçen tuşlar eklenmiştir.

Hesap makinası açıldığı zaman, bir saat mekanizması (400 kHz'e kadar frekanslar veren bir osilatör), bir giriş bulana kadar tuş devresini tarayarak denetler ve herhangi bir giriş bulduğunda hemen kodlar. Giriş bir sayıysa ikili sistemde, bir komutsa çeşitli komut kodlarına göre kodlanır.

İkili sistemde hesaplar: Hesaplamaya giren sayılar, genellikle ikili sistemde kodlanır. Bu sistemde yalnızca 0 ve 1 sayıları bulunur. Bu sayılar elektronik olarak, sırasıyla eksi ve artı gerilimlerle gösterilir. Toplama işlemi yapılırken, kodlanmış sayıların ikili sistemdeki toplaması yapılır. Çıkartmadaysa sayılardan bir tanesi tamlayanına çevrilir, yani ikili sistemin tersi alınır ve gene toplama işlemi yapılır. İkili sistemin en yararlı yönlerinden biri budur. Çarpma ve bölme işlemleri, art arda toplama ve çıkartma yöntemiyle yapılır ya da *«algoritma»*yla (makinalarda hesaplara uygulanacak kural dizileri) gerçekleştirilir. Elektronik hesap makinası, virgülün iki yanında milyonlarca sayıyı işleme sokabilecek kapasitededir; ama





Bu elektrikli hesap makinası (sağda üstte), elle çalıştırılan türün uyarlanmış bir biçimidir. Ağırlığı 18 kg'dır, dakikada 1 000 kadar sayı toplayabilir ve bölme işlemini 6 saniyede gerçekleştirir.

Elektrikli makinanın çağdaş elektronik türü. (sağda altta) Ağırlığı yalnızca 2,3 kg'dır. Hızlı olmasının yanı sıra, bellekte saklama gibi işlevleri de vardır.

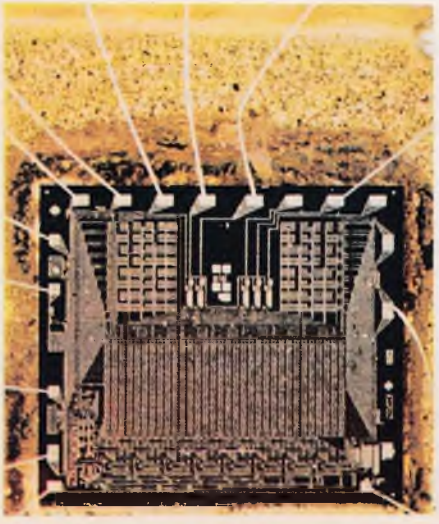
gerçek gücü, gösterge basamaklarının sayısıyla orantılıdır (çoğunlukla 8). Bu sayı aşılırsa, sayının artı ya da eksi oluşuna bağlı olarak, *taşma* ya da *yok olma* durumu ortaya çıkar. Gelişmiş makinalarda, fazladan işleme giren bu sayılar silinmezler; görülmek istendiğinde, 10'la bölme ya da çarpma yoluyla, göstergeye çağrılabilirler.

Elektronik hesap makinalarının temel çalışma ilkesi, ayrı ayrı elektronik bileşenlerden (transistörler, direnç öğeleri, kondansatörler, diyotlar, vb.) oluşanlarda da, ENTEGRE DEVRE'lerden yapılmış olanlarda da aynıdır. Ama entegre devrelerle, elektronik hesap makinalarında çok büyük ilerlemeler sağlanmıştır. Metal oksit silikonlu entegre devrelerin geliştirilmesiyle, bir tek entegre devre içine, bütün aritmetik işlemlerinin ve bellek bileşenlerinin sığdırılması olanağı bulunmuştur.

Bellek: BELLEK AYGITLARI, hesaplamanın yapılması için gerekli komut ya da algoritma gibi değişmez bilgileri saklamak için kullanılır. Ayrıca, hesaplamanın çeşitli evrelerinde ortaya çıkan sayıları da saklar. Çağdaş hesap makinalarında bellek, aritmetik ve mantık bileşenlerinin birleştirilmesiyle iki bölümden oluşmuştur. Sürekli bilgiler, içinde bilgilerin değişmeden tutulduğu *sürekli bellek*te saklanır. *Rasgele erişimli bellek* ise, hesaplamanın çeşitli evrelerinde ortaya çıkan geçici sayıları bellekte tutar.

Göstergeler: Hesaplama yapanın görebilmesi için, hesaplamanın her evresi, bir arakesit devresiyle (bu, temelde, ikili sayıyı gösterge için uygun biçime çeviren bir dönüştürücüdür), göstergede sayısal olarak gösterilir.

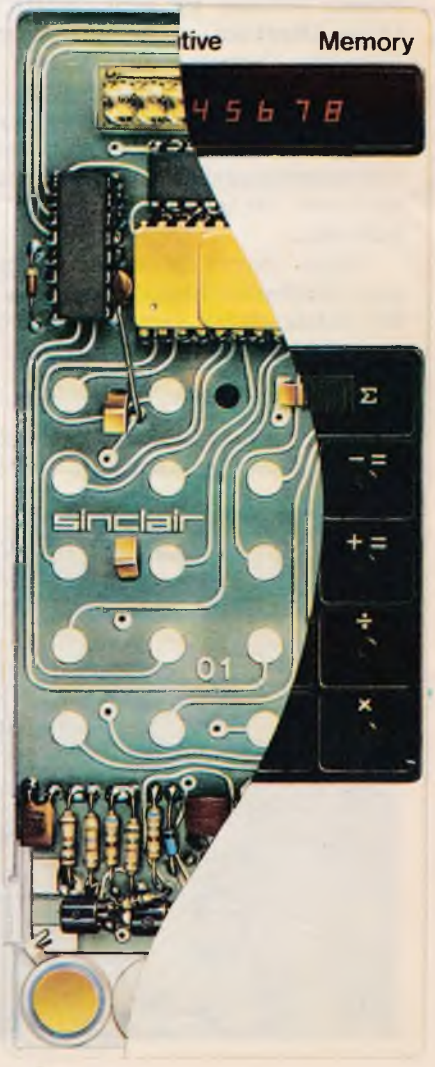
Hesap makinalarında kullanılan farklı gösterge sistemleri için, değişik arakesit devreleri vardır. Göstergelerde ışıklı birimler (standart elektrik ampulünden geliştirilmiştir) kullanılır. Gazlı DEŞARJ TÜPÜ'nün kullanıldığı göstergelerde tüp, gerilim uygulandığında, söz konusu sayı biçiminde ışık oluşturur. Çağdaş uygulamalarda, maddenin kendinin ışık yaydığı katı yapılı diyotlar kullanılmaktadır. SIVI BİLLURLAR'ın kullanıldığı makinalardaysa, billur yapısı, uygulanan gerilime bağlı olarak, geçirimsiz ya da geçirgen olarak değişir. Bir sayının belirtilmesi için göstergenin hangi bölümünün ışıklı hale geçeceğini



Modern elektronik hesap makinaları, bilgisayar teknolojisi ve uzay araştırmalarından yararlanarak geliştirilmiştir. (solda üstte ve altta) İşaret parmağı üstünde görülen metal oksit silikonlu entegre devre, pek çok işlemi yerine getirebilir. Solda alttaki büyütülmüş resimde, 5 000 transistör bir arada görülmektedir (gerçek büyüklüğü 2 mm²'dir).

Elektronik cep hesap makinasının kesiti. (sağda)

Bu bellekli elektronik hesap makinası (altta), muhasebe kayıtları için, hesapları ayrıca kağıt üstüne de basar.



belirleyen komutların ve düzenlemelerin çeşitli olduğu tür gösterge sistemleri, farklı gerilim ve akımlar gerektirir. Dolayısıyle çeşitli arakesit devreleri söz konusudur.

HIZ Bk. DİNAMİK

HIZAR Bk. KERESTE ENDÜSTRİSİ

HIZLI DONDURMA Bk. YİYECEKLERİN İŞLENMESİ

HIZLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

Belli bir hızlı ulaşım sistemi tanımı yoktur; ama genellikle bu sistemin, bir kente ve yakınındaki banliyölere hizmet eden, kentin merkezi noktalarında yolcu alıp boşaltmak için birbirine oldukça yakın durakları bulunan bir kent DEMİRYOLU olduğu kabul edilir. Duraklar, genellikle işyerlerinin bulunduğu bölgenin, alışveriş merkezlerinin ve eğlence yerlerinin yakınlarında bulunur. Kent büyükse, merkezinde bu tür birçok durak olabilir. Ayrıca, demiryolu ana hattı üstündeki istasyonlara, otobüs terminallerine (yeterince büyük iseler) ve kent merkezinden çok uzak olmayan havaalanlarına yakın başka duraklar da bulunur.

Hızlı ulaşım sistemlerinin çoğu, önce yalnızca kent merkezine hizmet eden kısa metrolar ya da havai hatlar olarak yapılmış, daha sonra genişletilerek, çevredeki banliyöleri de birbirine bağlamıştır. Bir zamanlar hızlı ulaşım demiryolları ile metro, aşağı yukarı aynı anlamda kullanılıyordu; ama günümüzde, hızlı ulaşım hatlarından bazıları ya hiç yer altından geçmez ya da yalnızca kent merkezlerinde, kısa uzaklıklar boyunca, yer altından geçer. Bazıları da havai hatlardır. Bunların üçünü (metro, yer ve havai hat) birleştiren ulaşım sistemleri de vardır.

Londra Başkent Demiryolu'nun 24 Mayıs 1862'de yapılan deneme çalıştırması. (altta)

«Hızlı ulaşım» terimi genellikle demiryollarına ilişkin olarak kullanılmakla birlikte, günümüzde eğilim, bu terime, kullanılan araçtan çok, yapılan hizmete göre bir anlam verme yönündedir. Sözgelimi tek tek ya da art arda bağlanmış tramvaylarla, hızlı bir ulaşım hizmeti sağlanabilir. Bu sistemin hizmet kapasitesi, hızlı demiryolu ulaşımının yarısı kadardır. Yeterli kapasiteyle inşa edilen bazı HAVAİ DEMİRYOLU ya da TEK RAYLI DEMİRYOLU sistemleri de, hızlı ulaşım hizmeti sunabilir. Aynı hizmet, *tercihli yol*larda (yalnızca otobüslere ayrılmış yollar) işleyen otobüslerle de sağlanabilir.

Ancak, hızlı ulaşım, her zaman «kitle ulaşımı», yani büyük sayıda insan taşıyıp, onlara kent içinde hızlı ve etkili ulaşım sağlayan bir sistem olarak düşünülmüştür. Küçük kapasiteli araç kullanan sistemler, birey için ne kadar elverişli olursa olsun, gerçek hızlı ulaşım sistemleri değildir.

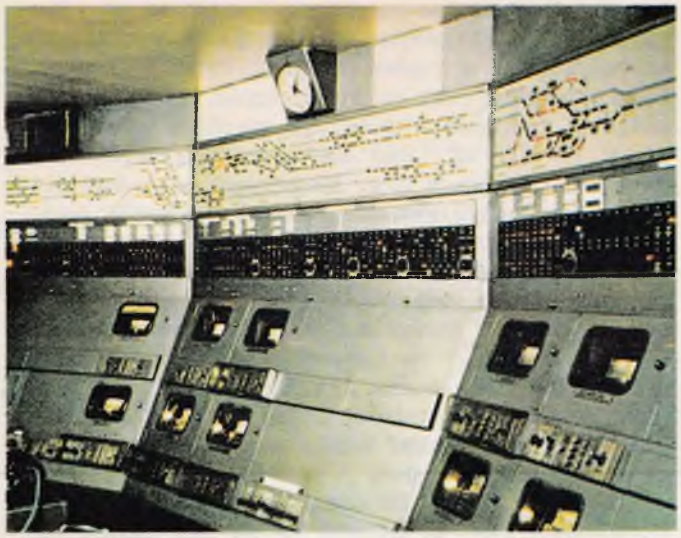
Trenler: Hızlı demiryolu ulaşımı, çabuk hızlanıp durabilen ve kalabalık saatlerde yolcuların gereksinimini karşılayabilecek büyüklükte olan trenler gerektirir. Uygulamada bu, trenlerin elektrikle çalışması ve fren balatalarında aşınmayı, yıpranmayı önlemek için önce *reostatik* ya da *jeneratif* frenlemeyle hızın azaltılıp, sonra mekanik fren kullanılması anlamına gelir.

Reostatik frenleme, trenin hareket enerjisini soğurmak için motoru, trenin tekerlekleriyle çalışan bir jeneratör olarak kullanmaktır. Böylece üretilen elektrik gücü, dirençler aracılığıyla ısı olarak dışarı verilir. Rejeneratif frenleme de buna benzer; yalnız, üretilen güç, öteki trenlerin çalışmasına yardımcı olmak için sisteme verilir. Teknik zorluklar nedeniyle, rejeneratif frenleme, uygulamada pek elverişli değildir.

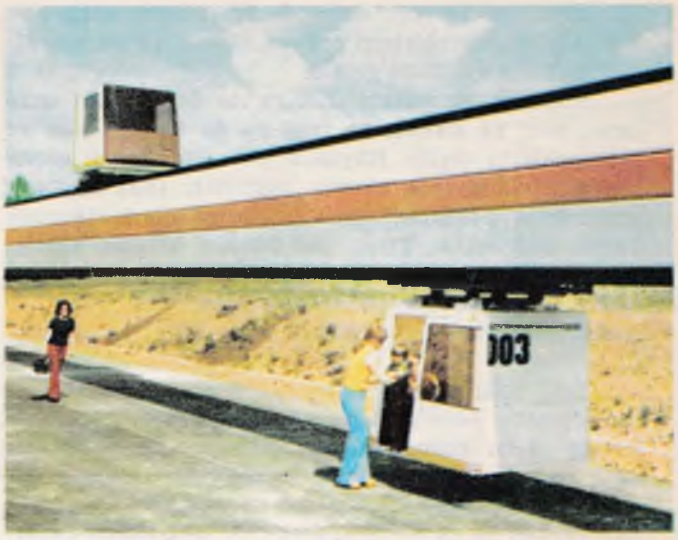
Trenler çabuk hızlanıp, çabuk fren yapabilmeli, ama bu, yolcuları sarsmamalıdır. İstasyonlar arasındaki uzaklık kısa olduğu için, çok yüksek hızlara çıkılamaz. Ortalama hızı etkileyen en önemli etkense, yolcuların trene inip binme hızlarıdır; çünkü istasyonlarda bekleme süresi buna bağlıdır. İstasyonlar birbirinden çok uzak olmadıkça, hızlı ulaşım hatlarının çoğunda, ortalama hız saatte 32 km'yi geçemez. İstasyonlar birbirine çok yakınsa, trenin hızı daha da düşük olabilir.

Bununla birlikte, trafiğin yoğun olduğu kent yollarında, özel arabalar ve taksiler de son derece yavaş ilerler. 1863 yılı gibi erken bir tarihte bile, dünyanın ilk yolcu taşıyan metrosu ve bütün hızlı ulaşım sistemlerinin öncüsü olan Londra demiryolu, trafik tıkanıklığı yüzünden kurulmuştur.

Trenler çabuk hızlanabilmeleri ve aşırı enerji tü-



Londra ulaşım ağının denetim odalarından biri. (üstte)

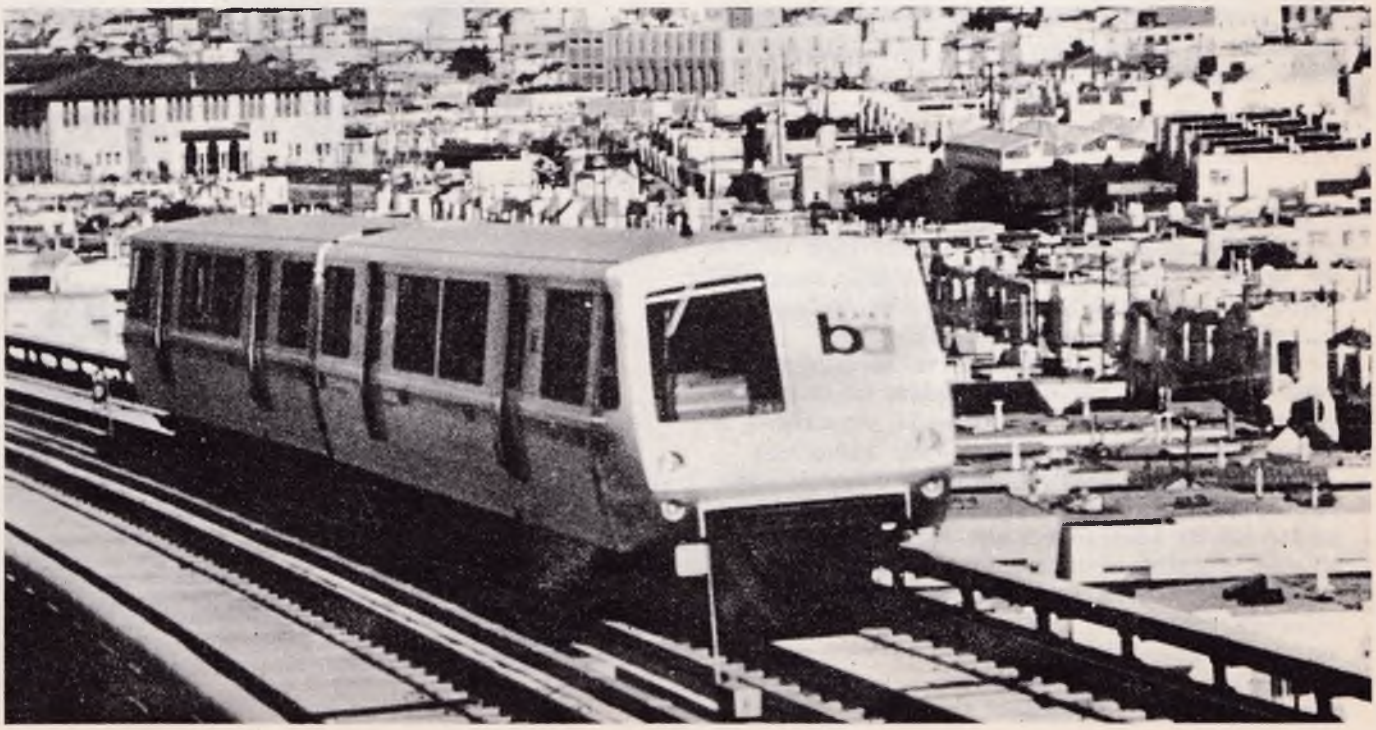


Batı Almanya'da, Hagen'daki DEMAG-MBB «kabintaksi» sisteminin deneme kuruluşundan bir bölüm. (üstte) Her araç üç kişi taşıyabilir ve gücü, 36 km/saat'lik bir hız sağlayan iki doğrusal indüksiyon motorundan alır.

ketmemeleri için, genellikle hafif malzemeden yapılır. Ama gene de, herhangi bir çarpışmaya dayanabilecek kadar sağlam olmaları gerekir (gerçekte, hızlı demiryolu ulaşımı, dünyanın en güvenli sistemidir). Belli sayıda yolcu için oturacak yer yapılmıştır; ama kalabalık saatlerde, oturanların iki katından çok insan ayakta yolculuk edebilir. Yolculukların büyük bölümü kısa olduğundan, yolcular, zaman kazanmak için yolun bir bölümünü ya da bütününü ayakta gitmeye razı olurlar.

Sinyal: Hızlı yolculuk, yolcuların, iki tren zamanı arasında fazla beklemek zorunda kalmamalarını da gerektirir. Kalabalık saatlerde, bütün yolcu-

San Francisco-Daly hattında, bir deneme seferindeki BART sistemi trenlerinden biri. (altta) Yolcu taşımada kullanılan trenler, ortalama dört ya da beş vagondan oluşur.



ları taşımaya yetecek derecede sık hizmet sağlamak için, sinyal düzenlerinin çok iyi olması ve bu sinyallere dikkatle uyulması gerekir.

Sinyaller, genellikle ikili ya da üçlü renkli ışıklarla, yani ya kırmızı ve yeşil ya da kırmızı, sarı ve yeşil ışıklarla verilir. Rayların bir bölümünden geçen düşük gerilimli bir akımla sağlanan «hat devresi» aracılığıyla sinyaller, trenler tarafından otomatik olarak çalıştırılır. Tren, söz konusu bölüme geldiği zaman akım kesilir ve kesinti, elektrik RÖLE'leri aracılığıyla tehlike sinyali vermek için, tren yeterince uzaklaşınca da sinyali söndürmek için kullanılabilir.

Yeni hızlı ulaşım demiryollarında, ışıklı sinyallerin yerini, gene hat devreleriyle denetlenen, raylardan geçen kodlu sinyaller almıştır. Bunlar, arkadan gelmekte olan trenin, öndekinden güvenli bir uzaklıkta kalmasını sağlarlar. Hareketsiz kaynaklardan verilen ya da bir BİLGİSAYAR tarafından denetlenen bazı ray kodları da, treni işletmek için kullanılabilir. Böylece, trende araçları denetlemek ve acil durumlarda kumandayı almak için, tek bir kişinin bulunması yeterli olur.

Hatlar: Hızlı ulaşım için kullanılan tramvay yollarının ya da hafif demiryollarının genellikle, geniş caddelerde bile, kendilerine ayrılmış özel hatları vardır; kent merkezlerindeyse çoğunlukla yer altından giderler. Bazı Avrupa kentlerinde tramvaylar için özel hatlar ve tüneller yapılmakta, kentin gelecekteki gereksinimleri de göz önüne alınarak, bir genişleme payı bırakılmaktadır. Zamanı geldiğinde gerekli değişikliklerin kolayca yapılabilmesi için, özellikle trenler, hızlı ulaşım demiryolları ölçütlerine göre yapılmaktadır. Bunlara *«ön-metro sistemleri»* adı verilir ve bir ara aşama olarak görülür. Geniş çaplı bir sisteme gerek duyacak kadar büyümeyeceği düşünülen kentlerde ön-metro, hızlı ulaşım ağının son biçimi olarak bırakılabilir.

HIZÖLÇER

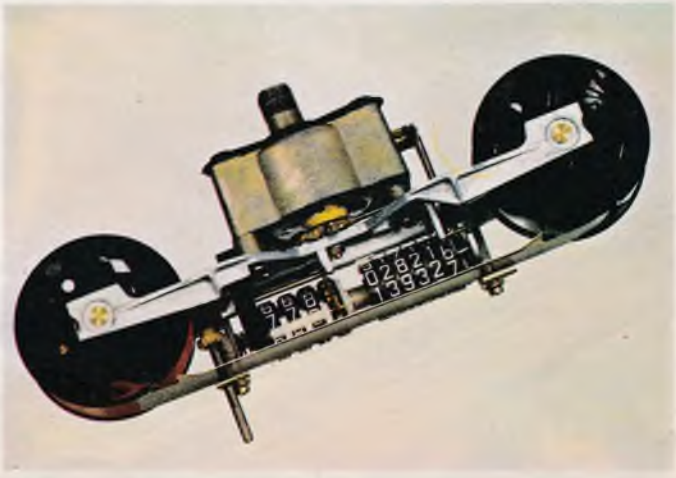
Hızölçer (sözgelimi, otomobillerin ön panosuna yerleştirilen kilometre saati), iki büyüklüğü belirten bir aygıttır: Aracın hızı; toplam olarak aldığı yol. Ayrıca, sıfırlanabilir bir saatle, belirli bir gezi boyunca alınan yolu okumak da olanaklıdır.

Otomobillere, motosikletlere ve kamyonlara takılan hızölçerlerin büyük bir bölümü, magnetik türdendir. Magnetik hızölçer, 1920'lerde geliştirilmiş ve İkinci Dünya savaşından sonra hızla yayılmıştır.

Hız göstergesi: Hızölçer, hareketi, otomobilin yaptığı hız ile doğru orantılı olarak dönen güç iletim organlarının bir noktasından alır. Bu nokta, çoğunlukla vites kutusunun çıkış mili üstündedir. Buradan alınan hareket, esnek bir boru içinde dönebilen, gene esnek, çoktelli bir kabloyla (kilometre saati teli) hız göstergesine aktarılır.

Hızölçer kablosu, üstünde bir mıknatıs bulunan ana mile bağlanır. Mıknatısın çok yakınında, onunla aynı eksen üstüne yataklanmış, «sürüklenme yüksüğü» denilen alüminyum bir disk ya da *yüksük* bulunur. Yüksük doğrudan ibreye bağlıdır. Yüksüğün öteki tarafında, çelik bir stator vardır. Taşıt hareket ettiğinde, mıknatıs dönerek, bir magnetik alan (Bk. ALAN VE KUVVETLER) oluşturur; dolayısıyle, stator da döndürülmüş olur. Alüminyum, magnetik olmayan bir madde olmasına karşılık, iletkenlik özelliği taşır. Magnetik alan, alüminyum yüksükte FOUCAULT AKIMLARI'nın doğmasına ve bir kuvvet alanı yaratılmasına yolaçar. Bunun sonucu olarak yüksük, mıknatısın hareketini izlemeye çalışır. Ancak, ince bir zemberek, bu hareketi önleyici yönde kuvvet uygular. Hız arttıkça, yüksüğe etki eden döndürme momenti de artacağından (Bk. DİNAMİK ve STATİK), zemberek tepkisi yenilir ve ibre, ölçek üstünde hareket etmeye başlar.

Gösterge türleri: En çok kullanılan hızölçer göstergelerinde ibre, ya dairesel ya da yay biçimli bir kadran üstünde hareket eder. Bazı özel düzenlemelerdeyse, renkli bir çizgi, yatay ya da düşey bir doğrultu boyunca hareket ederek hız gösterir. Bu etki, magnetik hızölçerlerde iki yoldan sağlanabilir. Birinde yüksük, doğrudan doğruya üstünde sarmal bir çiz-



gi bulunan boruya bağlanır. Boru, göstergedeki bir yarığın arkasına yerleştirilir. Böylece, yüksük boruyu döndürdüğü zaman, kadran boyunca ilerleyen renkli bir çizgi görülür. İkinci yöntem, *şeritli* hızölçerlerde uygulanır. Şeritli hızölçerlerde yüksük, naylon kordonlarla düşey doğrultuda duran iki makaraya bağlanır. Makaralar arasına yarısı siyah, yarısı kırmızı bir şerit sarılmıştır. Araç dururken, bandın kırmızı bölümü, soldaki makara üstüne sarılı durumdadır. Hız arttıkça yüksük, soldaki makarayı döndürür ve göstergedeki yarıktan, kırmızı bandın ucu görünür.

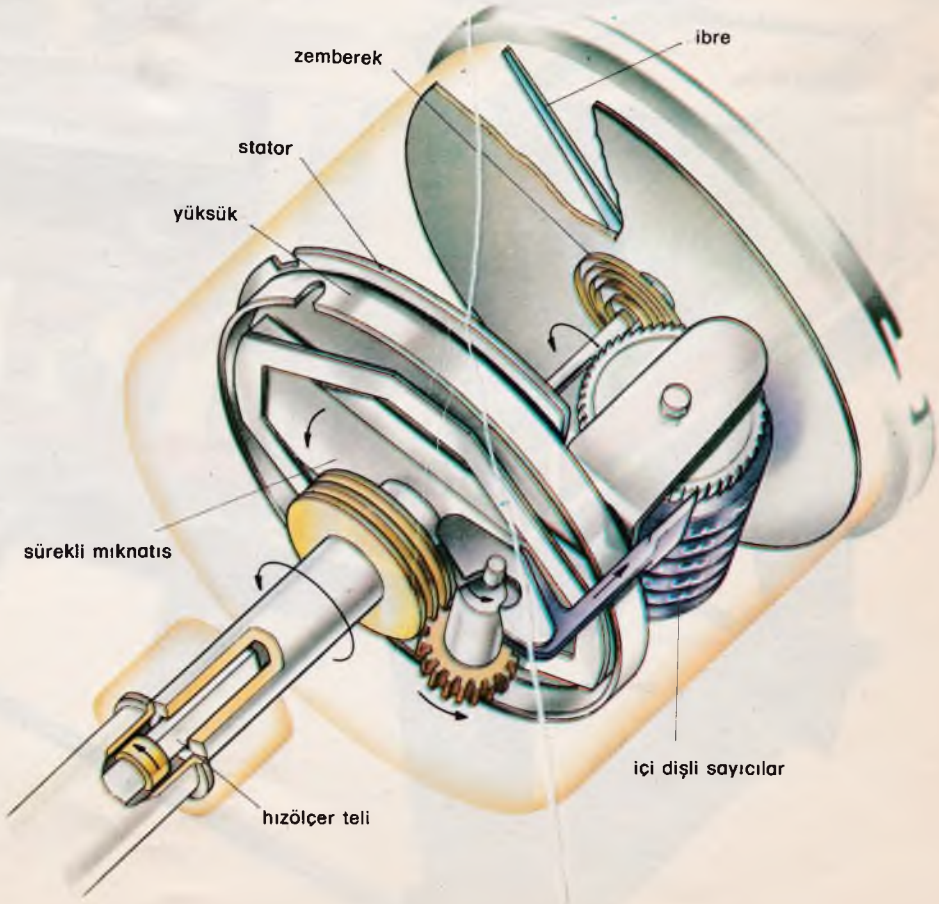
Odometre: Odometre, MESAFE KAYDEDİCİ olarak çalışan bir SAYICI'dır. Aygıt, üstü 0'dan 9'a kadar numaralı, yan yana dizilmiş tamburlardan yapılmıştır. Kadran üstündeki yarıktan, her tamburun yalnızca bir tek numarası görülebilir. Tamburlar arasına gizlenmiş, çift taraflı plastik iletim dişlileri vardır. Bunlar, ince taşıyıcı plakalar üstündeki ana eksene, tamburlarla birlikte dönmeyecek biçimde tutturulmuşlardır.

İletim dişlilerinin iki yanında, sayıcı tamburların iç dişlerine takılan dişler bulunur. Sayıcının iç dişlisinin bir yanında yirmi diş, ikinci yanında ise yalnızca iki diş vardır. Sayıcı «9» konumuna geldiği zaman, sıfırlayıcı diş, sağındaki iletim dişlisine bir diş attırıp boşta bekler.

Sıfırlama düzeneği varsa, iletim dişlileri, yaylı bir mil üstündeki sayıcı tamburlara dıştan takılır. Böylece, sayıcılar sıfıra getirilirken, iletim dişlileri de boşa alınmış olur.

Ölçekleme ve ayar: Hızölçer teli çevrimleri ile alınan yol arasındaki oran değiştirilmek isteniyorsa, sayıcı tamburların hareketi, bir sonsuz vidayla, hızölçerin ana milinden alınır. Bu oran genellikle, km başına 1 000 turdur. Bununla birlikte, yapımcılar bazı durumlarda, vites kutusundaki hızölçere hareket ileten dişliyi değiştirmeksizin, alış oranını ya da lastik çapını değiştirmek isterler. Bunu sağlamak için, hızölçerlere hareket, ana mile bağlı bir eksantrik milinden verilir. Diş sayısı ve eksantriklik ayarlanarak, hızölçerler yeni orana göre döndürülebilir.

Dişli sistemine ve duyarlığa bağlı olarak, hızölçerlerin çeşitli araçlara uyarlanması gerekir. Bu yüzden, hız göstergesi ayarlamasında mıknatıs, önce en üst düzeyde mıknatıslandırılır; daha sonra da, istenen okuma elde edilinceye kadar, mıknatıslığı azaltılır.



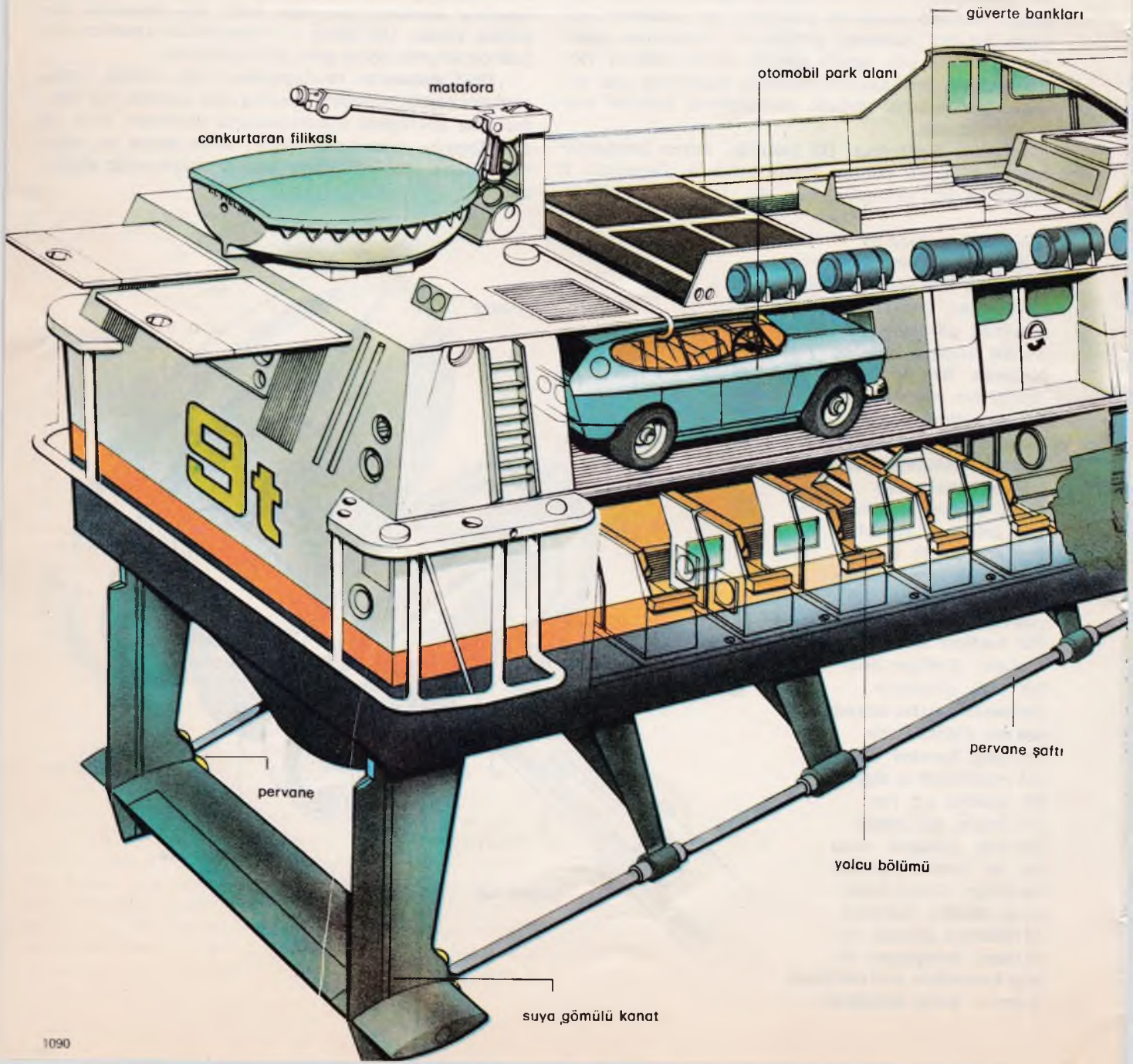
Sıradan bir hızölçer. (solda üstte) Sayaç, bir odometre ya da bir kilometre saatidir. Numaralar, kadran üstündeki yarıktan görülebilir. Şeritli hızölçer denilen türlerde, ibre yerine, renkli bir çizgi kullanılır. (solda altta) Renkli çizginin ilerlemesi, tıpkı daktilo makinalarındaki gibi, iki makaraya sarılı şeritle sağlanır. Hız arttıkça, sağdaki makara şeridi üstüne sarar; böylece, kadran yarığında kırmızı bir çizginin ilerlediği görülür. Bir hızölçer mekanizması. (sağda) Hızölçer teli, bir şaftı döndürür. Odometre, şaftın ucundaki sonsuz dişliden, bir tırnakla hareket alır. Odometredeki iç dişliler, bir tambur bir tur attığında, yanındaki tambur yalnızca onda bir tur atacak biçimde ayarlıdır. Şafta bağlı olan sürekli mıknatıs, sürüklenen yüksük ile statoru, dolayısıyle de yay kuvvetiyle geri çekilmek istenen ibreyi döndürür.

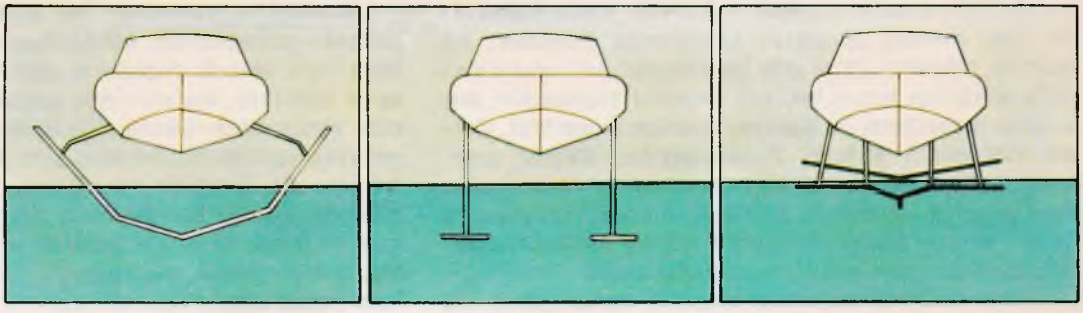
**HİDROELEKTRİK GÜÇ Bk.
ELEKTRİK SANTRALI**

HİDROFOİL

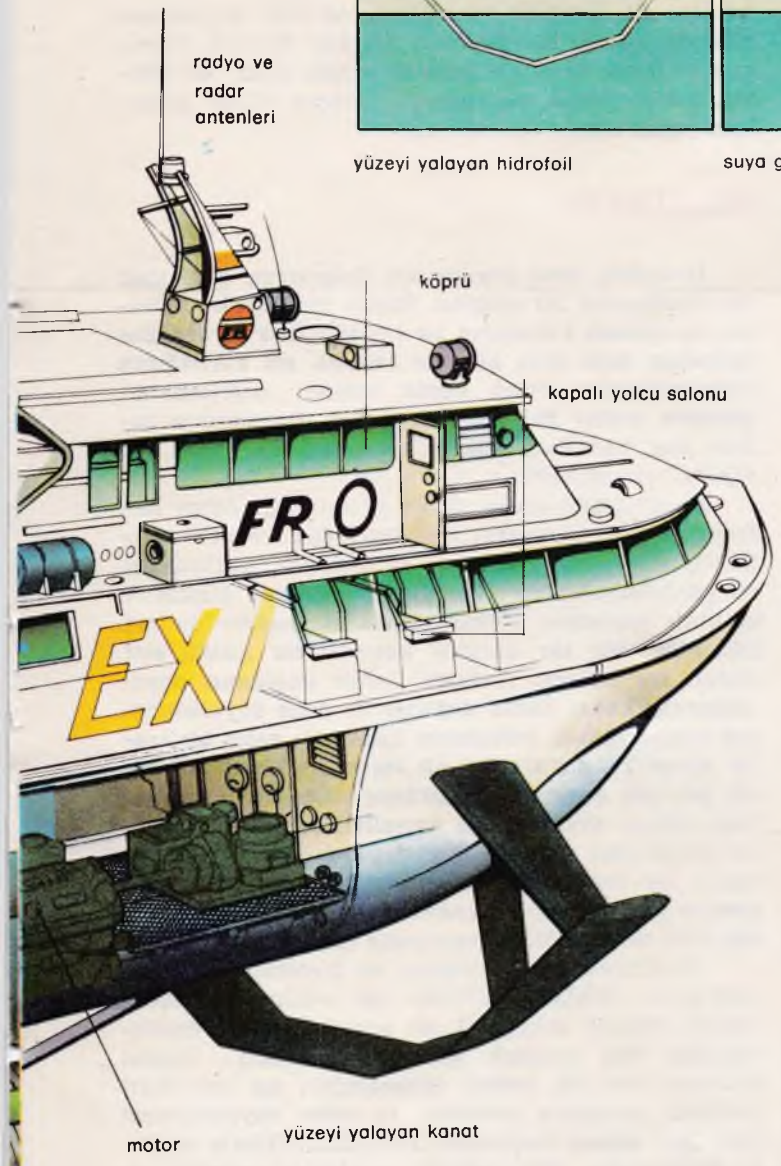
Hidrofoil (ya da *deniz otobüsü*), çalışma ilkesi uçağa benzeyen bir taşıt aracıdır. Gemi biçimindeki gövdesine takılan «kanatlar» ya da kızaklar, su içinde hareket ettiği zaman, uçak kanadının hava içindeki AEROFOİL biçiminden doğan kaldırma gücü gibi bir kaldırma kuvveti ortaya çıkarır. Hidrofoilin hızı arttıkça, kanatların üstünden geçen su akımı-

Yolcu ve otomobil taşıma amacıyla yapılmış bir hidrofoil. Kolay manevra yapabilen bu araçlar, boylarının üç katı kadar bir mesafede durabilirler. Araç, hareket ederken hemen hiç dalga yapmadığından, liman ve ırmak kıyıları için sakınca doğurmaz. Üstelik rüzgar ve dalgadan da, birçok gemi ve hoverkrafttan daha az etkilenir. Üst köşedeki üç küçük çizim, önemli hidrofoil türlerini göstermektedir: Yüzeyi yalayan tür; suya gömülü tür; hafifçe batan tür.





yüzeyi yalayan hidrofoil | suya gömülü hidrofoil | hafifçe batan hidrofoil



nın yarattığı kaldırma kuvveti, bütün teknenin sudan yükselmesini sağlamaya yeter. Tekne sudan çıkınca, sürtünme ve dalgalardan doğan direnç ortadan kalkar ve daha yüksek hızla, daha sarsıntısız bir yolculuk yapılır.

Hidrofoil yeni doğmuş bir düşünce değildir. Bu alanda ilk patent 1869 yılında Fransız Farcot'ya verilmiştir. 1900 yıllarında da İtalyan Forlanini, başarılı hidrofoil tekneler yapmıştır. WRİGHT kardeşlerin, 1903 yılında Kitty Hawk'ta gerçekleştirdikleri uçuştan önce, bu araçlarla deneyler yaptıkları bilinmektedir. Alexander Graham BELL de bir hidrofoil modeli çizmiştir. Birinci Dünya savaşından sonraki başlıca hidrofoil tasarımcılarıysa, Rus Alekseyev ile Alman Hans von Schertel'dir.

Su, havadan yüzlerce kez daha yoğun olduğundan, hidrofoil kızağı, uçak kanadından çok daha küçük yapılabilir. Hidrofoil teknelerin başlıca iki türü vardır: *Suya gömülü hidrofoil; yüzeyi yalayan hidrofoil.*

Yüzeyi yalayan hidrofoil: Bu yapı türü daha yalın olduğundan, sivil amaçlarla yaygın biçimde kullanılır. Dalgalar üstünde atlayan kanatların kaldırma kuvveti azalırsa, araç suya daha çok batar; ama böylece kanatların da daha büyük bölümü suyun içine gireceğinden, kaldırma kuvveti yeniden artar. İsviçre'deki Supramar firmasının lisansıyla yapılan çok sayıdaki deniz otobüsünün, en büyük model dışında, tümü bu türdendir.

Kanada'da yapılan 200 tonluk «*Bras D'Or*» adlı hidrofoil, yüzeyi yalayan türün, açık denizde, büyük dalgalarda bile kullanılmaya elverişli olduğunu göstermiştir. Araçla 60 deniz milini aşkın hızlara ulaşılmıştır. Dünyanın en çok hidrofoil kullanılan (çoğu göl ve ırmaklarda) ülkesi olan S.S.C.B'nde, yüzeyi yalayan türe çok benzeyen ve suya çok az batan kızaklarla çalışan modeller geliştirilmiştir. *Kometa, Meteor* ve *Raketa* modelleri buna örnek gösterilebilir.

Suya gömülü hidrofoiller: Bu türde, suyun yüzeyini yalnızca dikey metal ayaklar keser. Kaldırma kuvveti, ayakların altında bulunan kanatların suyu kesiş açısı değiştirilerek ayarlanır. Açıyı değiştirmek için, aracın önüne yönelen bir sonar aygıtından gelen elektrik sinyallerine göre çalışan, hidrolik ya da pnömatik silindirlerden yararlanılır. Sonar aygıtı, dalgaların yüksekliğini belirleyip, gerekli kaldırma kuvvetini sağlayacak olan en uygun açıyı ayarlar.

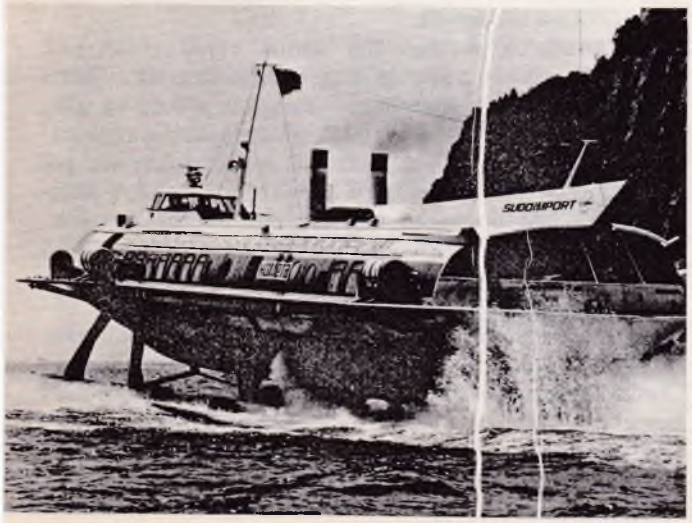
Bu tür araçlar en çok A.B.D'nde kullanılmaktadır. Söz konusu araçların bazılarında kanatlar, sığ sularda, teknenin gemi gibi yol almasını sağlama amacıyla, katlanıp sudan çıkacak biçimde yapılmıştır. Söz konusu modellerin en başarılı örneklerinden biri, Boeing firmasının yaptığı *Tucumcari*'dir. Küçük araçlarda kullanılan bir başka dengeleme sistemindeyse, suya gömülü kanatlara mekanik olarak bağlanan ve aracın önüne doğru uzanan kolların üstünde bulunan, mekanik alıcı dubalardan yararlanılır.

Hidrofoillerde alışılmış biçimin dışına çıkan ilk örnek, «merdiven» tipi diye adlandırılan modeldi. Bu modelde, suya daldırılan basamaklı kanatlarla, kaldırma kuvvetinin artması sağlanıyordu. Merdiven tipi hidrofoillerin ilk örneklerinden olan Bell-Baldwin firmasının HD4 modeli, 1919 yılında Kanada'nın Bras D'Or gölünde 60 deniz mili hıza ulaştı.

Modellerin çoğunda, gövde ağırlığının büyük bölümü, yani % 80-90'ı, teknenin önünde yeralan büyük kanat (ya da kanatlar) tarafından taşınır. Bazı modellerdeyse, büyük kanatlar gövdenin arkasında bulunur. Ağırlığın geri kalan bölümü, dümen görevini de üstlenen daha küçük bir kanada yüklenir.

Tahrik: Aracı hareket ettirmek için, çoğunlukla DİZEL deniz motorları kullanılır. Bunlar uzun, hafifçe eğimli şaftların ucundaki pervaneleri çevirirler. Denizaltılara karşı görev yapan ve sonar aygıtlarını çeken, hafif ve hızlı askeri araçlardaysa, maliyet sorunu geri plana itildiğinden, GAZ TÜRBİNİ kullanılır. Araca, düşük hızlarda gemi gibi hareket sağlayan, bütünüyle ayrı ikinci bir hareket verici sistem daha vardır.

Sovyet yapısı, Kometa *tipi bir hidrofoil. (altta) S.S.C.B. dünyada en çok hidrofoil çalıştırılan ülkedir. Sovyetler, özellikle yurt içi yolcu taşımacılığında yüzeyi yalayan türden araçlar kullanırlar. Resimde aracın kızakları (ya da kanatları) da görülmektedir.*



Kısıtlayıcı etmenler: 50 deniz milinden yüksek hızlarda girdaplardan etkilenmemeleri için, hidrofoillerin özel olarak yapılması gerekir. Bu, sesten hızlı uçan uçaklara, ses duvarını aşabilmeleri için özel biçim verilmesine benzer. Uçakların büyüklüğünü sınırlayan neden, hidrofoiller için de geçerlidir. Hidrofoil (ya da aerofoil) büyüdükçe, ağırlığı, boyutunun kübüyle, bu ağırlığı taşıması gereken yüzeyse, boyunun yalnızca karesiyle orantılı olarak artar. Bu yüzden hidrofoillerin, okyanusaşırı çalışan büyük gemilerin yerini alması olanaksızdır.

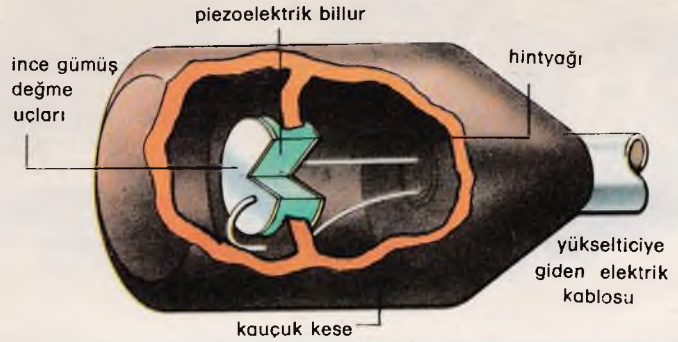
HİDROFON

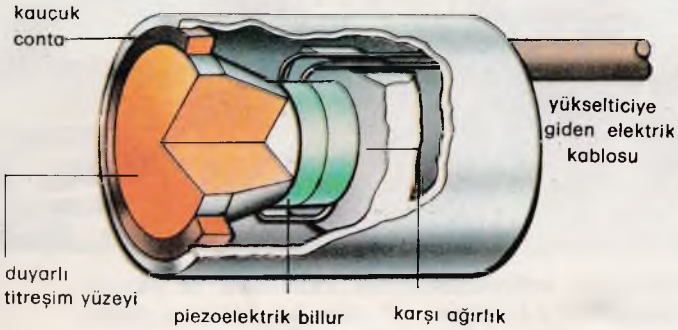
Hidrofon, suda yayılan ses dalgalarını algılamak için kullanılan bir aygıttır. Başka bir deyişle, hidrofon, su altında kullanılan bir tür MİKROFON'dur. Ses dalgaları, hem suda hem de havada, ses kaynağının titreşimlerinden ötürü küçük basınç değişiklikleri gösteren diziler halinde yayılır. Ses dalgalarının sudaki hızı, havadaki hızının 4,5 katı kadar, yani saniyede 1 460 metredir.

Su altındaki sesler, deniz yüzeyindeki dalga hareketlerinden, gemilerin motorlarından ve çok sayıda biyolojik kaynaktan ortaya çıkabilir. Balinaların ve yunusbalıklarının şarkıları, yüzlerce kilometre uzaktan işitilebilir. Öteki balıkların bazıları da ses çıkarırlar. Bir tür karides, kuvvetli bir gıcırtı sesi yayar. Bu seslerin frekansı, insan kulağının duyamayacağı kadar düşük değerler ile gene duyulamıyacak kadar yüksek frekansları kapsayan geniş bir aralık içindedir. Sudaki önemli ses kaynaklarından biri de, pek çok gemiye yerleştirilmiş olan sonar aygıtlarıdır. Sonar aygıtları, ses sinyalleri üreterek su altına gönderirler. Bu sinyaller, deniz dibine ya da herhangi bir sualtı cismine çarptıktan sonra, yansıyıp gemiye geri dönerler. Yankılanma, cismin hem uzaklığı, hem de büyüklüğü konusunda bilgi verir.

Su altında ses yaratmaya ve dinlemeye yarayan aygıtlara, «TRANSDÜKTÖR» adı verilir. Transdüktörler, elektrik enerjisini ses enerjisi haline dönüştürürler. Ses üretmek için kullanılanlara *«yayıcı transdüktör»* adı verilir. Hidrofonlar, ses enerjisini elektrik enerjisine çevirirler ve sesin duyulabilmesi için, her zaman *elektronik* YÜKSELTİCİ'lerle birlikte kullanılırlar. Sesi elektrik enerjisine çevirmek ya da bunun tersini yapmak için, iki temel yöntemden biri kullanılır. Bunlar ya PİEZOELEKTRİK MALZEMELER'le ya da *magnetostriktif (piezomagnetik) metaller*le sağlanır.

Yapım: Piezoelektrik billurlar, doğal olarak bulunabilir. Sözgelimi kuvars, bir piezoelektrik billurdur. Bu billurlar, basınç etkisi altında elektrik gerilimi ürettiklerinden, hidrofon olarak kullanılabilirler. Piezoelektrik billurlar, gerilim uygulandığında biçim değiştirdiklerinden, ses de üretebilirler. Bu nedenle, yayıcı transdüktör olarak da kullanılabilirler. Günümüzde, doğal yoldan oluşmuş billurlar yerine, baryum titanat gibi ferroelektrik seramik maddeler kul-





Piezoelektrik hidrofonun görünümü. (üstte) Billur, kauçuk bir kese içindedir ve elektrikten, yağla yalıtılmıştır. Aygıt, su dalgası tarafından yayılan herhangi bir basınç değişikliğini, gerilim farkına dönüştürür. Bu fark, yükselticilerde yükseltilir. Billur, basınç altında biçim değiştirip ses de üretebildiğinden, yayıcı transdüktör olarak da kullanılır.

Sualtı araçlarını izlemek için hidrofonla donatılmış bir gemi. (sağda üstte)

Deprem araştırmalarında kullanılan, üstüne hidrofonlar takılmış bir kablo. (sağda ortada) Çalışma sırasında kablo, geminin arkasından denize sarkıtılır.

Sağda ortada yeralan resimde görülen kablodaki hidrofonlar. (sağda altta)

---

lanılmaktadır. Normal koşullarda bunlar, piezoelektrik özellik göstermezler; ama, kuvvetli bir elektrik alan içinde *Curie sıcaklığı*nın üstüne kadar ısıtılıp soğumaya bırakıldıklarında, piezoelektrik özellik kazanırlar.

Hidrofonlarda piezoelektrik billur, su geçirmez bir kap içine, sözgelimi kauçuk bir kese içine yerleştirilir. Kesenin içi, ses dalgalarını ileten, ama elektrik bakımından yalıtkan olan bir yağla doldurulur. Billurun iki karşıt yüzeyi üstüne, çok ince, gümüşten değme uçları yapıştırılmıştır. Bunlara bağlı olan iki kablo, hidrofon kesesinden dışarı çıkar. Hidrofon, bir sonar sisteminde kullanılıyorsa, kablolar, elektronik bir yükselticiden geçtikten sonra, gemi içinde bulunan göstergelere gelir. Hidrofonların yüksek bir rezonans frekansı vardır ve geniş bir frekans aralığında, sinyali hiç bozmadan, sese yanıt verebilirler. Yayıcı transdüktörde, seramiğe bağlanmış çeşitli metal parçalar bulunur. Bunlar, sesin özelliklerini değiştirip, istenilen frekansta ses üretmeye yarar.

Başka bir tür transdüktör de, *magnetostriksiyon*

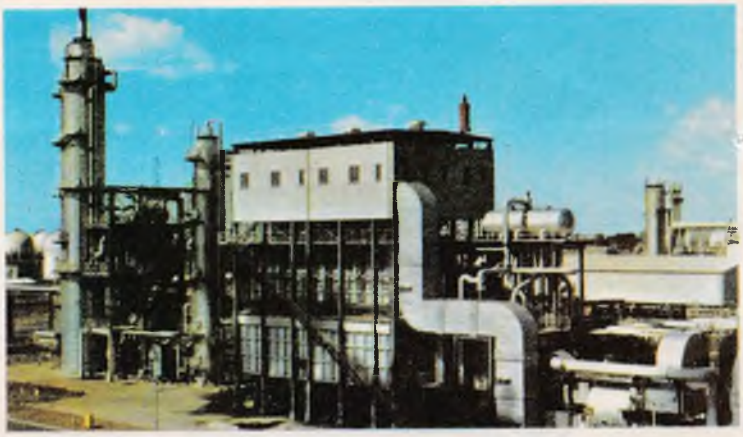
ilkesiyle çalışır. Nikel gibi bazı metaller, bir magnetik alan içinde biçimlerini değiştirirlerse, alan da değişir ve bir elektrik akımı üretir. Ses dalgaları, çarptıkları maddelerin biçimini değiştirir. Dolayısıyla hidrofonlarda, magnetostriksiyon özelliği olan metaller kullanılabilir. Söz konusu metaller, değişken magnetik alanlar uygulanarak,yayıcı transdüktörlerde de kullanılabilir. Uygulamada, magnetostriktif metaller, boru ya da levha biçimine sokulup, çevrelerine elektrik bobini sarılarak (magnetik alan oluşturmak için), su geçirmez bir koruyucu içine alınırlar.

HİDROJEN

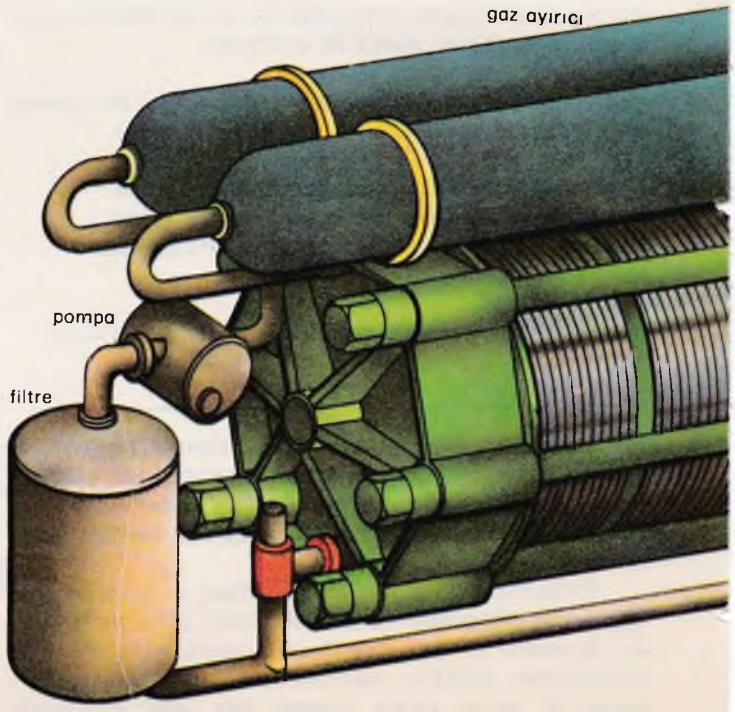
1766'da CAVENDİSH, «alev alan hava» adını verdiği değişik bir maddeden söz eden bir makale yayınlamıştı. Ama bu maddenin niteliğini, 1783'te suyun bileşimini bulan LAVOİSİER ortaya çıkardı ve söz konusu maddeye «hidrojenyum» adını verdi.

Hidrojen en hafif elementtir. Bir litresi, 0°C'ta ve 1 atmosfer basınç altında 0,0898 gram gelir. H_2 biçiminde iki atomlu moleküller oluşturur. Bu renksiz, kokusuz gaz, hava ya da oksijen içinde kolayca parlar, patlayarak yanar ve su oluşturur.Çok kolay tepkimeye girdiğinden, başka elementlerle birleşmiş halde bulunur. Su, kaya, petrol gibi ortamların ve bütün bitkisel, hayvansal yaşamın temelini oluşturan birçok organik bileşenin içinde de bulunur. Havanın içinde az miktarda arı halde hidrojen vardır (hacim olarak havanın % 0,00005'i). Güneş dahil bütün yıldızlar da, çok büyük miktarlarda hidrojen içerir.

Hidrojenin iki İZOTOP'u vardır. *D* ile gösterilen *döteryum*un çekirdeğinde, bir nötron ile bir proton bulunur (alışılmış hidrojenin çekirdeğinde yalnızca bir tek proton vardır). Döteryum, normal hidrojenden iki kat daha ağır olduğundan, «ağır hidrojen» diye de adlandırılır. Simgesi *T* olan *trityum* ise, normal hidrojenden üç kat daha ağır ve radyoaktiftir. Yarı ömrü 12,5 yıldır. Radyoaktif olduğundan, hidrojen içeren bileşikleri işaretlemede ve radyobiyolojide yararlanılır. Ayrıca, HİDROJEN BOMBASI'nın önemli bileşenlerinden olan lityum döterürün elde edilmesinde de kullanılır.



Naftanın arılaştırılmasında kullanılan ve günlük kapasitesi 1,3 milyon m³ olan bir hidrojen tesisi. (üstte) Nafta, petrol damıtma kulesinden, ham benzin ile gazyağı arasında elde edilen bir üründür. Hidrojen, naftadaki karbonlardan kataliz yoluyla arındırılır.



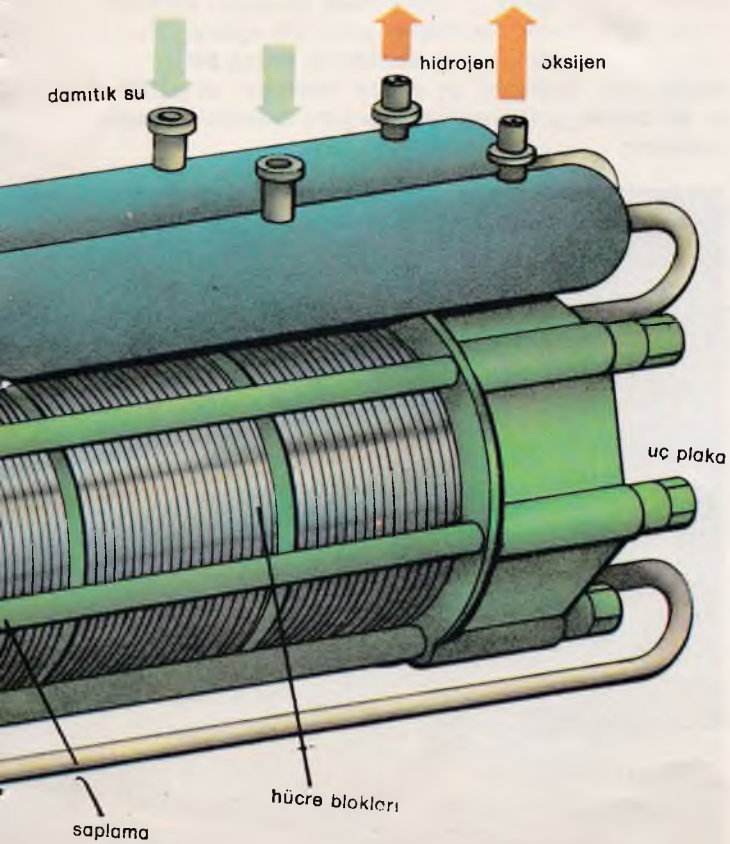
Elde edilmesi: A.B.D'nde tüketilen hidrojenin % 75'i, başlıca bileşeni metan *(CH_4)* olan doğal gazdan elde edilir. Petrolün işlenmesi sırasında ortaya çıkan ve metan, propan *(C_3H_8)*, bütan *(C_4H_{10})* gazlarının karışımı olan rafineri gazları da, hidrojen üretiminde kullanılabilir. Doğal gazlar ya da rafineri gazları, nikel KATALİZÖR varlığında, buharla 700 — 800°C'a kadar ısıtılırlar. Gazlar suyla tepkimeye girince, karbon monoksit ve hidrojen açığa çıkar:

$$\underset{\text{metan}}{CH_4} + \underset{\text{su}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{karbon monoksit}}{CO} + \underset{\text{hidrojen}}{3H_2}$$

Hidrojen ile karbon monoksitten oluşan gaz karışımı, bir katalizör varlığında yüksek sıcaklıkta buharla işlemden geçirilerek, karbon dioksit ve hidrojene

Havada keşif araçlarının ilki olan balon, Amerika İç Savaş'ında (1861-1865) kullanıldı. Resimde (solda), parlak ipekten yapılmış bir balonun hidrojenle şişirilmesi görülmektedir. Biraz gaz kaçırmalarına karşın, bu balonlarda, şişirildikten iki hafta sonra bile havalanacak kadar gaz kalıyordu.

Suyun basınç altında elektroliziyle hidrojen üretimi. (altta) Basınç arttıkça, hücre gerilimi düşer ve tüketilen güç azalır.



ayrılır. Daha sonra karbon dioksit, karbonat gibi uygun bir kimyasal çözeltiyle soğurulur.

Başka bir yaygın yöntem de ELEKTROLİZ'dir. Bu yöntemle arı hidrojen elde edilir. Soda üretiminde tuzlu su, elektroliz yöntemiyle bileşenlerine ayrılırken, yan ürün olarak hidrojen açığa çıkar. Elektriğin ucuz olduğu yerlerde hidrojeni, suyun elektrolizi yoluyla elde etmek daha da ekonomiktir. Bu iş için gerekli tesis, bir dizi hücreden oluşur. Hücrelerde, içine iletkenliği sağlamak için biraz sodyum hidroksit katılmış su vardır. Suya, birinin üstü nikel kaplanmış demirden iki elektrot daldırılır. Elektrotların arasında, açığa çıkan gazların karışmasını önleyen amyanttan yapılmış bir diyafram ya da metal bir süzgeç yeralır. Akım geçtiği zaman, su, bileşenlerine ayrılır; hidrojen katoda, oksijen anoda gider ve ayrı ayrı toplanır.

Hidrojen elde etmede kullanılan maddelerden biri de, kömür ve kok üretiminde, sıcak kokların üstünden buhar geçerken yan ürün olarak ortaya çıkan su gazıdır. Bir başka yöntem de, fuel-oil ya da kömür gibi karbon içeren maddelerin, dikkatli denetim altında, kısıtlı oksijenle buhar içinde kısmen yanmasıdır. Ne var ki, bütün bu yöntemlerde, hidrojenin yanında karbon monoksit, karbon dioksit, azot ve az miktarda başka katkı maddeleri de açığa çıktığından, hidrojenin, bunlardan da arındırılması gerekir.

Kullanım alanları: Hidrojenin başlıca kullanım alanları AMONYAK ÜRETİMİ, petrol endüstrisinde arılaştırma ve hidrokraking işlemleri, hidrojen ve karbon monoksitten metanol üretimi, bitkisel ve hayvansal yağların hidrojenle birleştirilmesiyle hidroklorik asit üretimidir. *Arılaştırma*, petrol ürünlerindeki (sözgelimi mazottaki) kükürtü çıkarmak için, hidrokraking ise, parafin türlerinin damıtılması sırasında benzinde bulunan hafif hidrokarbonları elde etmek için, daha çok hidrojen verme amacıyla kullanılır.

Yanma ısısının yüksek olmasından dolayı hidrojen, kesme ve KAYNAK işlerinde de kullanılır. Oksijen-hidrojen karışımının alevi, 2 000°C'tan yüksek sıcaklıklara ulaşabilir. Elektrik kaynağında tek atomlu hidrojenin (H_1 yerine H) oluşması sonucunda, 4 000°C gibi yüksek sıcaklıklar elde edilir. Hidrojen, kuvvetli bir indirgeyicidir ve metaloksit biçimindeki filizleri, arı metale indirger. Yoğunluğunun düşük, ısı iletkenliğinin yüksek olmasından ve yalıtkan maddeleri bozacak koronalar (elektriksel deşarjlar) oluşturmamasından dolayı, dinamoları soğutmada da kul-

Hidrojen elektroliz birimi, her birinin içinde bir diyaframla ayrılmış anot ve katot bölmeleri bulunan, 100 ile 556 basınç hücresinden oluşur. (solda) Elektrolit (potasyum hidroksit), suyla birlikte alttan pompalanır. Açığa çıkan gazların elektrolitle oluşturdukları karışım, ayrı ayrı bölmelerden geçerek, üstteki iki silindirde toplanır. Orada gazlar elektrolitten ayrılır, elektrolitse yeniden bölmelere döner.

lanılır. Dinamo hidrojenle, havayla olduğundan daha iyi soğutulur; dönme direnci ile yitimler azalır; çıkış gücü yükselir.

Hidrojen bileşikleri: En iyi bilinen hidrojen bileşiği kuşkusuz sudur *(H_2O)*. Ama hidroklorik asit *(HCl)*, sülfürik asit *(H_2SO_4)*, nitrik asit *(HNO_3)* ve asetik asit *(CH_3COOH)* gibi asitler ile sodyum hidroksit *($NaOH$)*, potasyum hidroksit *(KOH)* ve amonyum hidroksit *(NH_4OH)* gibi çok kullanılan bazları da vardır. Çoğunlukla suda çözülmüş halde satılan (% 3) ve renk açıcı ya da mikrop öldürücü olarak kullanılan *hidrojen peroksit (H_2O_2)* [«oksijenli su» da denir] yükseltgeyici bir sıvıdır; % 30'luk çözeltileri de endüstride kullanılır. Arı hidrojen peroksit, çok kararsızdır; hemen su ile oksijene ayrışır. Askeri ve teknik uygulamalarda, özellikle roket yakıtlarında yükseltgen olarak, % 90'lık, kuvvetli hidrojen peroksit kullanılır.

Hidrojen sülfür (H_2S), çürük yumurta kokan zehirli bir gazdır. Arılaştırma gibi endüstri işlemlerinde, yan ürün olarak ortaya çıkar. Kükürt bileşenleri içeren organik maddelerin bozunması sırasında, özellikle volkanik bölgelerde oluşur. Kötü kokan bir başka zehirli gaz da *hidrojen fosfür*dür *(PH_3)*. Bu gazların ikisi de yanıcıdır.

Keskin kokulu, renksiz bir gaz olan *hidrojen klorür (HCl)*, suda kolayca çözünür ve formülü aynı olan hidroklorik asidi oluşturur. *Hidrojen bromür (HBr)* de, hidrojen klorüre çok benzeyen bir gazdır. Ama suda çözündüğü zaman, daha zayıf bir asit oluşturur. *Hidrojen iyodür (HI)* suda çözününce, birçok iyot tuzunun temelini oluşturan hidroiyodik asit ortaya çıkar. *Hidrojen florür (HF)* de, suda çözünerek asit oluşturan bir sıvıdır. Organik tepkimelerde, flüorürlerin, hidroflüorik asidin ve uranyumun elde edilmesinde katalizör olarak kullanılır. Çok zehirli bir sıvı olan *hidrojen siyanür (HCN)*, suda çözününce, hafifçe acı badem kokan hidrosiyanik asit oluşur. *HCN*, buharlaştırma yoluyla mikroptan arındırmada, elektrikle metal kaplamada ve organik bileşenlerin bireşiminde kullanılır.

Yukarda sayılan bileşiklerin çoğuna «*hidrürler*» (yani hidrojenin başka elementlerle birleşmesi sonucunda oluşan bileşikler) adı verilir. Metal olmayan elementler, çoğunlukla gaz ya da sıvı (amonyak gibi) bileşikler oluştururlar. ALKALİ METALLER ve TOPRAK ALKALİ METALLER, hidrojenle birleştikleri zaman, elektronegatif elementin görevini üstlenen billurlu bileşikler ortaya çıkar. Bunlardan lityum hidrür *(LiH)*, bazen hidrojen taşıyıcı olarak kullanılır. Lityum alüminyum hidrür *($LiAlH_4$)* ise, organik kimyada, sözgelimi bir karboksil grubunun *($-COOH$)* alkol grubuna *($-CH_2OH$)* dönüşmesinde olduğu gibi, moleküllere hidrojen atomu ekleme amacıyla indirgeyici olarak kullanılır.

Hidrojen içeren organik bileşikler burada sayılamayacak kadar çoktur. (Bk. ALDEHİT; ALKOL; AMİNLER; AMİNOASİTLER; AROMATİK BİLEŞİKLER; HİDROKARBON; KARBOKSİLLİ ASİTLER; KARBONHİDRATLAR; KETONLAR).

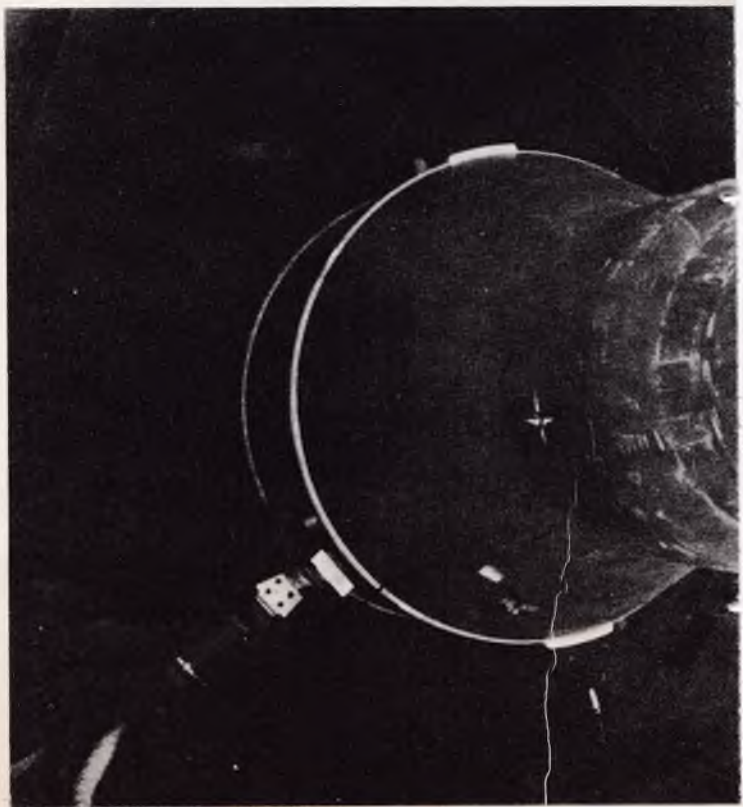
HİDROJEN BAĞI Bk. HİDROJEN

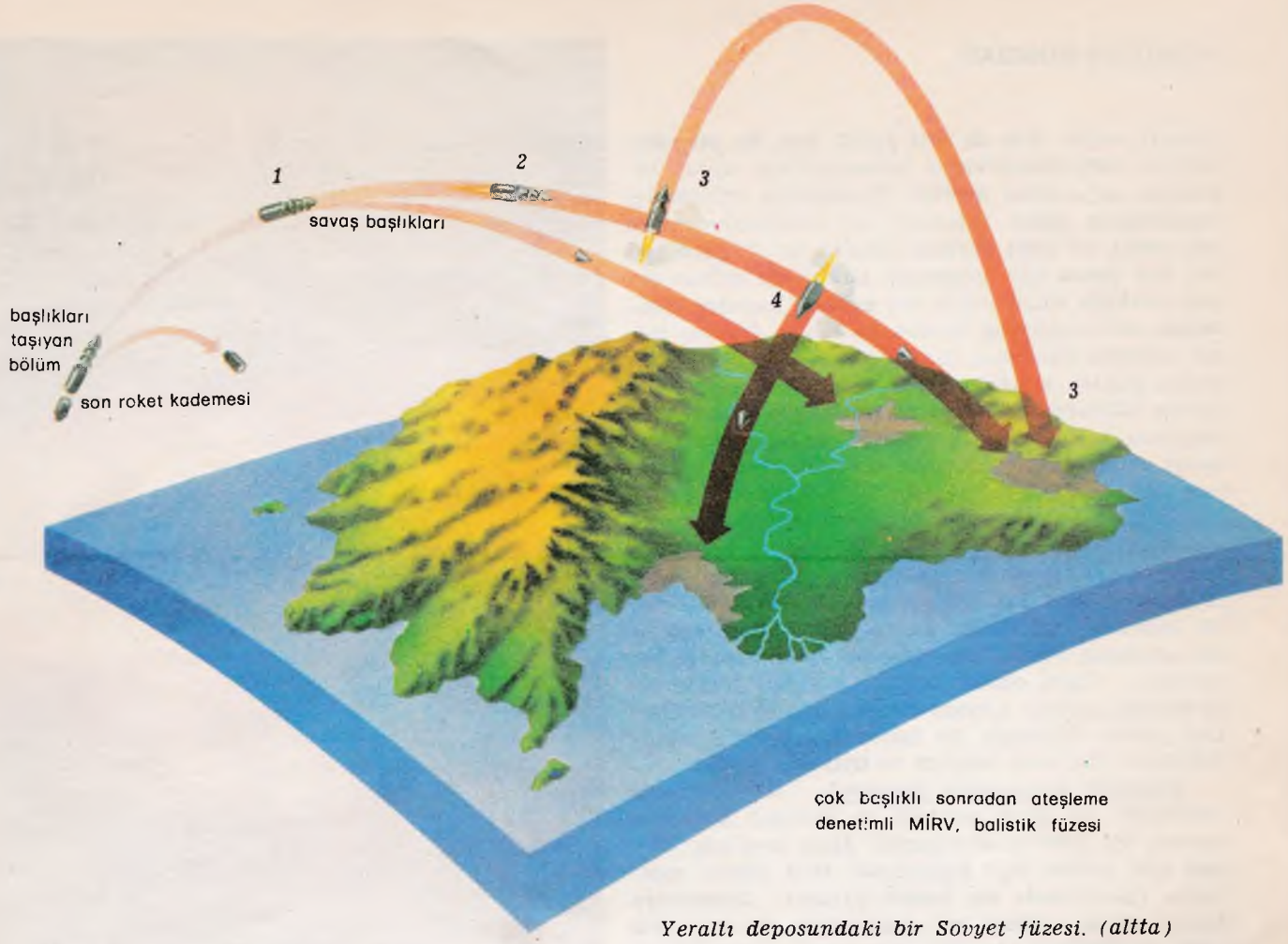
HİDROJEN BOMBASI

Hidrojen bombası, hidrojen İZOTOP'ları arasındaki nükleer FÜZYON tepkimesinin oluşturduğu enerjinin, denetimsiz biçimde patlayarak açığa çıktığı güçlü bir silahtır. Nükleer füzyon, küçük atom çekirdeklerinin, daha büyük bir atomun çekirdeğini oluşturacak biçimde bir araya gelmesidir. Büyük çekirdekteki tanecikleri bir arada tutan BAĞLANMA ENERJİSİ, küçük çekirdek taneciklerini tutan enerjiden küçük olduğundan, füzyon sonucu büyük miktarda enerji açığa çıkar. Ani bir füzyon olayı sırasında, tepkimeye giren milyonlarca çekirdekten serbest kalan enerji, çok güçlü bir patlamaya yolaçar. Gerçekten, hidrojen bombası, insanların yaptığı en yıkıcı bombadır ve atom bombasından çok daha güçlüdür (Bk. ATOM BOMBASI).

Füzyon: Nükleer füzyon kendiliğinden oluşmaz.

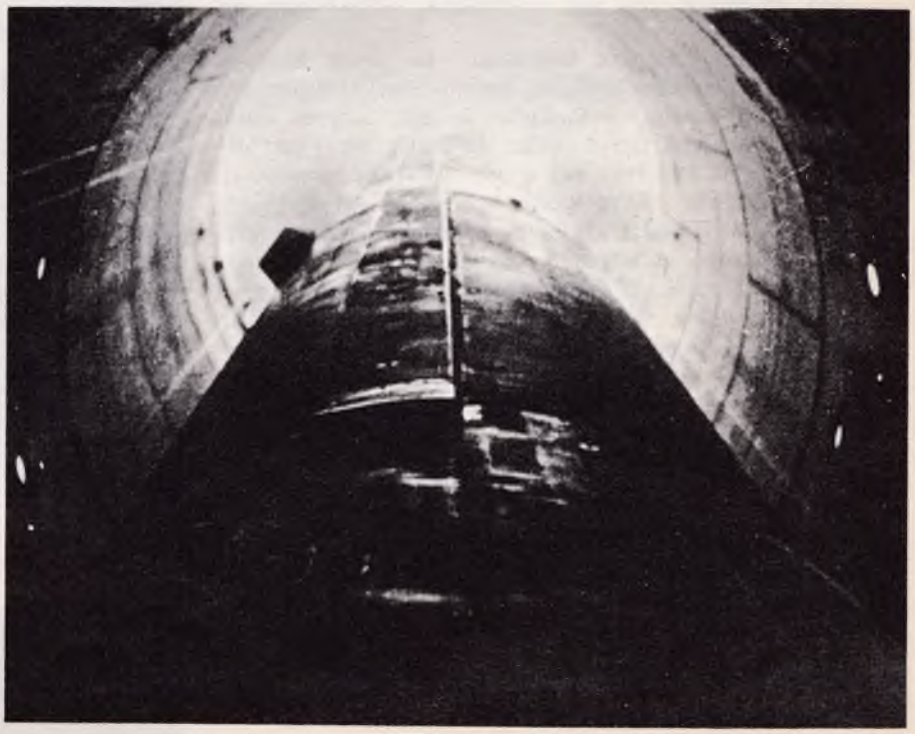
Çok başlıklı ve sonradan ateşleme denetimli balistik füze. (sağda) Ana roket hedefe ulaştıktan sonra, başlıkları taşıyan bölüm, başlıkları dağıtma işini yüklenir. İlk başlık 2 noktasında bırakılır. Bundan sonra füze, kendi roketlerini ateşleyip çeşitli manevralar yapar ve her kademede başka bir başlık atar. Başlıklar ya çeşitli hedeflere yöneltilir ya da zaman aralıklarıyla aynı yere düşecek biçimde ayarlanır.





Karadan karaya atılan bir Fransız atom başlıklı füzesi. (altta solda) Bu 150 kilotonluk, yalın bir atom başlığıdır; ama füzeler hidrojen başlığı taşıyacak biçimde düzenlenmiştir.

Yeraltı deposundaki bir Sovyet füzesi. (altta) Atışa hazır bu füzelerden S.S.C.B'nde 1 500, A.B.D'nde ise 1 000 tona kadar bulunmaktadır. Her iki blokta da, her biri 16 hidrojen bombası taşıyabilen toplam 600'den çok denizaltı bulunmaktadır.



Normal olarak ikisi de artı yüklü olan iki çekirdek, birbirini iter. Çekirdeklerin birleşmesi için, uygun koşulların sağlanması gerekir: Başlangıçta çekirdekler olabildiğince yakın bulunmalı ve birbirlerine doğru çok büyük bir hızla hareket etmelidirler. Yüksek hızları elde etmek için, bileşenler, birkaç yüz milyon derece sıcaklığa kadar ısıtılır (bu nedenle hidrojen bombasına, «*termonükleer bomba*» da denir). Bir kez *kritik* sıcaklığa ulaşılınca, füzyon olayı başlar ve salınan enerji, yüksek sıcaklığı korur. Tepkime, radyoaktif madde tükenene kadar ya da radyoaktif madde parçalarının kritik sıcaklık bölgesi dışına saçılmasına kadar sürer. Füzyon olayının oluşup bitmesi, son derece kısa bir sürede gerçekleşir.

Hidrojen bombasında, hidrojenden çok, hidrojenin izotopları olan döteryum ve trityum kullanılır. Döteryum doğal olarak, sözgelimi döteryum oksit (D_2O ya da ağır su) halinde bulunur. Suda, 5 000'de bir oranında D_2O vardır. Sudan, döteryumun özütlenip arıtılması olanaklıdır. Trityum ise, radyoaktif bir izotoptur. Doğal olarak bulunmaz, yapay yoldan elde edilmesi gerekir. Lityum-6 (atom ağırlığı 6 olan, alkali lityum metalinin bir izotopu), nötron bombardımanına tutulursa, helyum ve trityuma ayrışır.

Hidrojen bombasının gelişmesi: İlk hidrojen bombaları, bir atom bombası ile hidrojen izotopları taşıyan bir sıvıdan oluşuyordu. Atom bombası, füzyon için gerekli ısıyı sağlayarak, tetik görevi yapıyordu (günümüzde de, lazerle yapılan denemelere karşın, gerekli yüksek ısıyı sağlamanın tek yolu hâlâ atom bombasıdır). Atomlar sıvı içinde, gazlardakine oranla birbirlerine daha yakın durduklarından, başlangıçta sıvı hidrojen izotopları kullanıldı; ama sıvı hidrojen izotoplarının çok kararsız ve tehlikeli olmaları nedeniyle, bu tür bombaların saklanması çok güçtü.

Modern hidrojen bombaları, bir atom bombası ile onun çevresine sarılı bir lityum döterür (lityum-6 ve döteryum bileşiği) örtüsünden oluşur. Lityum döterürün iki temel işlevi vardır. Birincisi, döteryum çekirdeklerini birbirine çok yakın tutarak, gereken ısı sağlandığında çekirdeklerin en uygun uzaklıklarda bulunmasını sağlar. İkincisi, lityum-6 nötronlarla bombardıman edildiğinde, trityum oluşturur ve trityum, döteryumla füzyona girer. Bu süreç için gerekli olan nötronlar, atom bombası tarafından sağlanır. Dolayısıyle, tetikleme sırasında, birden çok işlev yerine getirilmiş olmaktadır. Ana tepkimeleri oluşturan döteryum-döteryum ve döteryum-trityum füzyonlarından başka füzyonlar da patlamaya katkıda bulunur. Sözgelimi, lityum çekirdeği, döteryum çe-

Bir hidrojen bombası denemesi sırasında oluşan mantar biçimli bulut. (sağda) Aynı büyüklükte, nükleer olmayan bir patlamada da aynı türden bir bulut oluşur: Bunun nedeni, sıcak gazların sütun halinde hızla yukarı çıkması ve basınçlarının, atmosfer basıncına eşit olmasından sonra çevreye yayılmaya başlamalarıdır.

kirdeğiyle birleşerek enerji açığa çıkarır.

Bu tür hidrojen bombası, büyük miktarda radyoaktif artık oluşturmadığı için, «temiz bomba» diye tanımlanır. Aylar, hattâ yıllar boyu radyoaktif kalabilen artıkların temel kaynağı, tetikleme sırasında oluşan radyoaktif ürünler ve yanmamış trityumdur. Ancak, tetik görevi yapan atom bombası çok küçük olduğundan, bunlar büyük miktarları bulmaz.

Bazı hidrojen bombalarının çevresiyse bir uranyum (U238) tabakasıyla sarılır. Bu tabaka, hem bir kılıf işlevi görür, hem de nötron bombardımanı sırasında füzyon süresinin daha da uzamasına yolaçarak, ikinci bir füzyon enerjisi kaynağı yerine geçer. Fizyon-füzyon-fizyon tepkimesinin oluştuğu bu tür bombalara, çevreye önemli miktarda radyoaktif artık saçtıklarından, «kirli bomba» denir.

Hidrojen bombasının patlama gücü, iki nedenden ötürü atom bombasınınkinden çok daha yüksektir. Birinci neden, hidrojenin bilinen elementlerin en hafifi olmasıdır. Belirli hacimdeki döteryum ya da trityum, aynı hacımdeki uranyum ya da plütonyumdan çok daha fazla füzyon oluşturacak çekirdek içerir. Gerçekten, kuramsal olarak, belirli kütledeki döteryum, tam kavuşum sırasında, aynı kütledeki U235'in saldığı enerjinin üç katını açığa çıkarır. İkinci neden ise, hidrojen bombasının büyüklüğünün, atom bombasınınki gibi sınırlı olmamasıdır. Atom bombasında zincirleme tepkimenin sürebilmesi için, belirli nicelikte radyoaktif madde bulunması gerekir; ama bomba patladığında, bu maddelerin çoğu kullanılmadan uzağa fırlayacağından, zincirleme tepkime kendiliğinden durur. Oysa hidrojen bombasında, yeterli sıcaklığın bulunduğu her noktada, füzyon verecek bütün madde tükenene kadar tepkime sürer. Hidrojen bombasının büyüklüğü, yalnızca bir uçağın ya da roketin taşıyacağı ağırlıkla sınırlıdır.

Hidrojen bombası denemeleri: İlk hidrojen bombası denemesi, 1 Kasım 1952'de, Büyük Okyanus'taki Bikini adasında, A.B.D. tarafından gerçekleştirildi. Bu denemede 5-7 megatonluk (5-7 milyon tonluk TNT patlamasına eşdeğer) bir patlama elde edildi. Sovyetler Birliği ise, ilk hidrojen bombası denemesini 21 Ağustos 1953'te yaptı. O tarihten bu yana İngiltere, Fransa ve Çin de hidrojen bombaları yapıp denediler. Bugüne kadar yapılan en büyük hidrojen bombasını, S.S.C.B. 30 Ağustos 1961'de patlattı. Bu 60 megatonluk bir bombaydı. Bir karşılaştırma yaparsak, İkinci Dünya savaşı sonunda Japonya'da patlatılan atom bombası, yalnızca 15 kiloton (15 000 ton TNT'ye eşdeğer) gücünde idi (en büyük atom bombasının gücü de, birkaç yüz kilo ton dolayındadır).

Hidrojen bombası savaşlarda kullanılmamıştır; ama deneme patlamaları sonucu, istenmeyen etkilerin ortaya çıktığı görülmüştür. Özellikle radyoaktif artıklar süte, yiyeceklere sızmakta ve kanser gibi ciddi hastalıklara neden olmaktadır. Bu tür tehlikeleri en aza indirmek için, 1963 Ağustosunda, A.B.D., S.S.C.B. ve İngiltere arasında, atmosferde, uzayda ve su altında nükleer denemeleri yasaklayan bir anlaşma imzalandı. Radyoaktif artıkların atmosfere yayılmasını engelleyici önlemler alınması koşuluyla, bu türdenemelerin ancak yer altında yapılmasına izin veriliyordu. O tarihten sonra, birçok devlet söz konusu anlaşmaya imza attı; ama iki ülke, Fransa ve Çin, henüz bu anlaşmaya katılmadılar. Avustralya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerin büyük protestolarına karşın bu ülkeler, hâlâ zaman zaman atmosferde nükleer denemeler yapmaktadırlar.

Günümüzde de, hem atmosfer deneylerini önlemek, hem de yeraltı denemelerini sınırlı tutmak için yoğun çabalar harcanmaktadır. Bununla birlikte, alınan önlemler, depolanmış ya da füzelere yerleştirilmiş nükleer silah sayısını azaltmamaktadır. Sınırlamaların uygulanmasıyla, bu korkunç silahların bütünüyle kaldırılması yolunda önemli bir adım atılmış olacaktır.

HİDROKARBON

Hidrokarbonlar, yalnızca karbon ve hidrojen atomları içeren organik bileşiklerdir. Kabaca iki gruba ayrılabilirler: *Doymuş* hidrokarbonlar; *doymamış* hidrokarbonlar. Doymuş hidrokarbonlar yalnızca tek bağ (Bk. BAĞ, KİMYASAL), doymamış hidrokarbonlar ise, bir ya da daha çok sayıda çift ve üçlü bağlar içerirler. Doymamış hidrokarbonlar genellikle, doymuş hidrokarbonlardan daha tepkindir. Sözgelimi, kolaylıkla hidrojenlenip (moleküle hidrojen katıp), karbon sayıları aynı olan doymuş bileşikleri verirler.

Bir tane üçlü bağ içeren asetilen, karbon sayıları iki olan bileşikler arasında en kararsız olanıdır. Asetileni, çift bağlı etilen, onu da tek bağlardan oluşan etan izler. Karbon dört, hidrojen de bir DEĞERLİK'li olduğu için, karbon atomu dört bağla, her hidrojen atomu da birer bağla bağlanabilir. Asetilen gibi üçlü bağ içeren hidrokarbonlar «*alkinler*», etilen gibi çift bağı olanlar «*alkenler*» ya da «*olefinler*», yalnızca tek bağ içeren, etan gibi doymuş hidrokarbonlar ise «*alkanlar*» ya da «*parafinler*» diye adlandırılırlar. Aşağıdaki bileşikler, alkin, alken ve alkanların yalın örnekleridir:

Alkinler:

$CH \equiv CH$ asetilen

$CH_3 - C \equiv CH$ metil asetilen

Alkenler:

$CH_2 = CH_2$ etilen

$CH_3-CH = CH_2$ propilen

$CH_3-CH=CH-CH_3$ üten—₂

Alkanlar:

CH_4 metan

CH_3-CH_3 etan

$CH_3-CH_2-CH_3$ propan

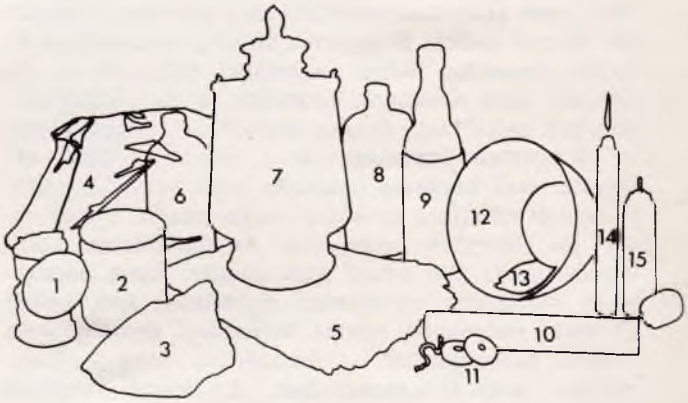
Bazı alkan ve alkenlerde, karbon atomları, açık zincirler yerine halkalar oluşturacak biçimde birbirlerine bağlanırlar. Bunlar, «*sikloalkanlar*» ya da «*sikloalkenler*» diye adlandırılırlar. *Sikloheksan* ve *siklo-*

heksen bunlara birer örnektir.

Benzen *(C_6H_6)*, hidrokarbonun özel bir türüdür. Genellikle alken sayılmaz. Formülü, benzenin atom içerdiğini gösterir, ama bu yeterli değildir; çünkü çift bağlar, belirli atom çifleri arasında bulunmazlar. Bağları oluşturan elektronlar, halkanın çevresinde «yer değiştirerek» her bağa yarı tek, yarı çift bağ özelliği kazandırırlar. Sonuç olarak benzen, beklenilenden daha az tepkindir. Aralarında hidrokarbonların da bulunduğu benzen halkaları içeren bileşiklere, AROMATİK BİLEŞİKLER denir. Benzenin türevleri sayılabilen öteki hidrokarbonlar arasında, boyarmaddelerde kullanılan difenil *($C_6H_5.C_6H_5$)* ile trifenilmetan *[$(C_6H_5)_3CH$)]* ve ikisi de boyarmaddelerde kullanılan çok halkalı yapıda naftalin *($C_{10}H_8$)* ile antrasen *($C_{14}H_{10}$)* bulunur.

Hidrokarbonların üretimi: Hidrokarbonların çoğu petrol ya da KÖMÜR KATRANI'ndan türetilir. Petrol arıtma yönteminde, ham petrol önce, farklı kaynama noktaları olan bölümlere ayırma amacıyla damıtılır. Ardından bunlar, istenen hidrokarbonları verecek biçimde ısıl kraking, katalitik kraking, hidrokraking ve bazen katalitik reforming işlemlerinden geçirilir. Evlerin ısıtılmasında kullanılan doğal gaz, büyük ölçüde metandan oluşur.

Alkanlar: Bir ile dört arasında karbon atomundan oluşan düşük karbonlu alkanlar, oda sıcaklığında gaz halindedir, ama propan *(C_3H_8)* ve bütan *(C_4H_{10})*, genellikle sıvı halde saklanırlar. Bu haldeyken *LPG* (sıvılaştırılmış petrol gazı) diye adlandırılırlar ve özellikle elektrik ile havagazının bulunmadığı çevrelerde, ısıtma, pişirme için yakıt olarak kullanılırlar. Kamp ocakları ve sigara çakmağı gibi taşınır yakıcılarda da, genellikle yakıt olarak sıvılaştırılmış bütan kul-



Hidrokarbon ve türevlerinin kullanım alanlarını gösteren ürünler. — 1. Asetilen lambası. — 2. Asetilen üretmek için kullanılan kalsiyum karbür. — 3. Asfalt. — 4. Polietilen filmi. — 5. Naylon. — 6. Petrol eteri (petrolden damıtılan ve düşük sıcaklıkta kaynayan bir ürün). — 7. Gaz yağı lambası. — 8. Fenol. — 9. Etil alkol. — 10. Trinitrotolüen (TNT). — 11. Naftalin tabletleri. — 12. Polipropilenden yapılmış bir tas. — 13. Kömür katranı. — 14. Balmumundan yapılmış bir mum. — 15. Çakmaklarda kullanılan sıvılaştırılmış bütan yakıtı.

lanılır. Düşük karbonlu alkanlardan endüstride, başka kimyasal maddelerin yapımında başlangıç maddesi olarak da yararlanılır. Sözgelimi bütanın, yapay kauçukların yapımında kullanılan bir alkan olan *bütadieni* ($CH_2=CH-CH=CH_2$) vermesi için hidrojeni giderilir. Metan da klorlanarak, bir çözücü olan *diklorometan* (CH_2Cl_2) ve aerosollerin yapımında ara ürün olan *karbon tetraklorür* (CCl_4) vermesi sağlanır. Etanın klorlanması, benzine vuruntuyu önlemek için katılan *tetraetil kurşun* [$Pb(C_2H_5)_4$] yapımında kullanılan *etil klorür* (CH_3-CH_2Cl) verir. Bir sikloalkan olan *siklopropan* (C_3H_6), bazen uyuşturucu gaz olarak kullanılır; ama havayla patlayıcı karışımlar oluşturduğu için, çok dikkatli uygulanması gerekir.

Benzin, çoğu, molekül başına 4-12 karbon atomu içeren büyük sayıda farklı hidrokarbonlardan oluşur. İçten yanmalı motorlarda kullanılabilmesi için, benzinin vuruntuyu önleme özelliklerinin iyi olması gerekir. Başka bir deyişle, yakıt-hava karışımı, silindirlerde zamanından önce ateş almamalıdır. Bu özellik, yakıtın *oktan sayısı*yla ölçülür.

Vuruntuyu önleme özellikleri çok iyi olan *izo-oktan* [$CH_3C(CH_3)_2CH_2CH(CH_3)_2$], öteki yakıtların değerlendirilmesinde standart alınır. İzo-oktanın oktan sayısı 100 olarak belirlenmiştir. Oktan sayıları 100'den az olan yakıtların, izo-oktana göre vuruntuyu önleme özellikleri daha azdır; oktan sayıları 100'den çok olan yakıtlar ise, izo-oktana göre daha iyi vuruntu önleme özellikleri taşır. Düşük dereceli petrolün oktan sayısı, tetraetil kurşun gibi maddeler katılarak artırılabilir.

Parafin (gazyağı), molekül başına 10'dan 16'ya kadar karbon atomu içeren hidrokarbonların bir karışımıdır. Dizel yakıtı olarak ve evlerin ısıtılmasında kullanılır. Makina yağı, balmumu ve bitüm (asfalt) de, hidrokarbonların öteki organik bileşiklerle oluşturdukları karmaşık karışımlardır.

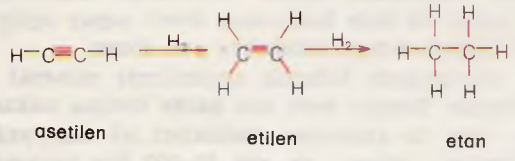
Alkenler: Alkenler arasında en önemlisi, kimyasal maddelerin üretiminde kullanılan etilendir (C_2H_4). Etilen, antifriz olarak kullanılan *etilen glikol* üretiminde ara madde olan etilen oksit (C_2H_4O), *polistiren* plastiğinin elde edilmesinde kullanılan *stiren* ($C_6H_5CHCH_2$), endüstride kullanılan bir çözücü olan *etil alkol* (CH_3CH_2OH) ve PVC'nin (polivinil klorür) başlangıç maddesi olan vinil klorüre ($CH_2=CHCl$) dönüştürülebilen *etilen diklorür* (CH_2ClCH_2Cl) gibi kimyasal maddelerin yapımında kullanılır. Etilenin, yüksek basınç ve sıcaklıkta polimerleştirilmesiyle, plastik film, kalıp, boru, kablo kaplaması, ağ yapımı gibi geniş uygulama alanları bulunan polietilen plastiği de elde edilebilir.

Etilen gibi propilen de, endüstride önemli kimyasal maddelerin yapımında, sözgelimi bir KETON olan *aseton* üretiminde kullanılır ve polimerleştirilerek, plastik polipropilen elde edilir.

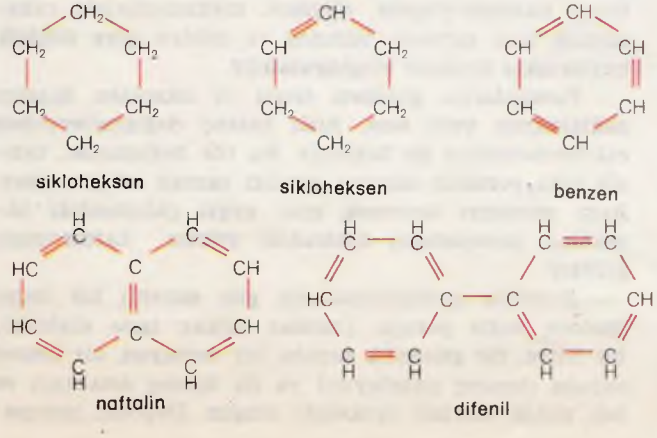
Alkinler: Oda sıcaklığında gaz halinde olan ase-

Konuda adı geçen bileşikler. (altta)

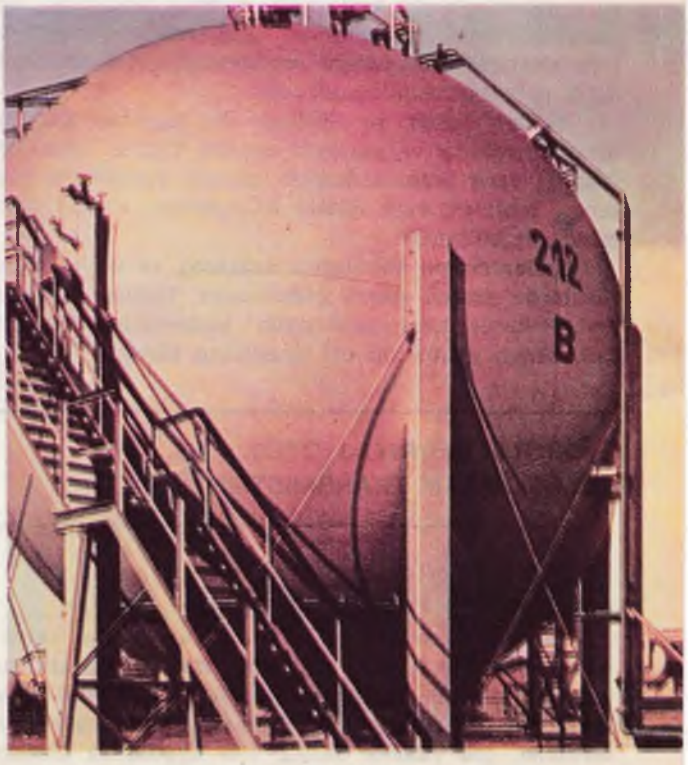
asetilenin hidrojenlenmesi



halkalı (siklik) hidrokarbonlar



Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) depolamak için kullanılan küre biçimli tanklar. (altta) Bu tanklar aşırı ısınmamaları için gümüşle kaplanır.



tilen, en önemli alkindir. Suyun, kireç ve taş kömürünün birlikte ısıtılmasıyla hazırlanan *kalsiyum karbür* (CaC_2) üstündeki etkisinden yararlanılarak ya da çok şiddetli kraking koşullarında petrol artıklarından hazırlanır. Kalsiyum karbürden elde edilmesi şu biçimde yazılabilir:

$$\underset{\text{kalsiyum karbür}}{CaC_2} + \underset{\text{su}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{asetilen}}{CH \equiv CH} + \underset{\text{kireç (kalsiyum oksit)}}{CaO}$$

Tepkime gücünün yüksek olmasından dolayı asetilen, öteki organik bileşiklerin elde edilmesinde yararlı bir başlangıç maddesidir. Sözgelimi, hidrojen klorürler (HCl) tepkiyerek, PVC'nin başlangıç maddesi olan vinil klorürü verir:

$$\underset{\text{asetilen}}{CH \equiv CH} + \underset{\text{hidrojen klorür}}{HCl} \longrightarrow \underset{\text{vinil klorür}}{CH_2 = CHCl}$$

Asetilen ayrıca, yaygın olarak oksi-asetilen KAYNAK'ında da kullanılır.

Aromatikler: Aromatik hidrokarbonların başlıcaları benzen, benzen halkasında bir hidrojen atomunun yerini $-CH_3$ grubunun almasıyla oluşan *toluen* ve benzen halkasında iki hidrojenin yerini $-CH_3$ gruplarının almasıyla oluşan *ksilen*dir $[C_6H_4(CH_3)_2]$. Benzen halkasındaki iki $-CH_3$ kökünün aldığı konuma göre değişen, üç tür ksilen vardır. Benzen, toluen ve ksilen, oda sıcaklığında parlayıcı sıvılardır.

Benzen, polistirenin başlangıç maddesi olan stirenin, naylonun üretiminde kullanılan sikloheksanın, deterjanlarda kullanılan *dodesil benzen*in, boyarmaddelerin üretiminde kullanılan *anilin*in ve bazı plastiklerin başlangıç maddesi olan *fenol*ün (karbolik asit) üretiminde kullanılır.

Toluen, nitrik ve sülfürik asit karışımı kullanılarak nitrolanır ve patlayıcı madde TNT'yi (trinitrotoluen) verir. Aynı zamanda, plastik köpüklerin başlangıç maddesi olan *toluen diizosiyanat* (TDİ) yapımında da kullanılır.

Ksilenlerden boyalarda, laklarda ve böcek öldürücülerde çözücü olarak yararlanılır. Terilen gibi polyester kumaşların yapımında kullanılan *tereftalik asit*, ksilen grubunun bir üyesinden türetilir.

HİDROLİK DEBRİYAJ (OTO)

Bk. OTOMATİK TRANSMİSYON

HİDROLİK MEKANİZMALAR

Basınç altındaki bir sıvının yardımıyla hareket eden mekanizmalara, «hidrolik mekanizmalar» denir. Hidrolik mekanizmaların çalışma ilkesini anlamak için, iki temel kuralı bilmek gerekir. Bunların birincisi, çok yüksek basınç bile uygulansa sıvıların sıkışmazlıklarını korumalarıdır. İkincisi de XVII. yüzyılda PASCAL tarafından bulunan ilkedir. Pascal ilkesine göre, kapalı bir sistem içindeki sıvıya uygulanan basınç, sıvının her yanına aynı kuvvetle iletilir. Sözgelimi, içinde, alanı 10 cm^2 olan bir piston bulunan silindir, içinde, alanı 100 cm^2 olan başka bir piston bulunan boruya bağlanır ve küçük pistonun üstüne 10 kg'lık bir ağırlık yerleştirilirse, bu ağırlığı dengelemek için, büyük pistonun üstüne 100 kg koymak gerekir. Büyük piston büyüdükçe, üstüne konulacak ağırlık da orantılı olarak artar ve bu ağırlık, 10 kg'la dengelenir. Ancak, 100 kg ağırlığı 1 cm hareket ettirmek için, küçük pistonun 10 cm hareket etmesi gerekir.

Hidrolik ilkeler konusundaki araştırmalar, İ.Ö. 250 yıllarında Arkhimedes'in çalışmalarıyla başlamış, ama bilinen ilk hidrolik mekanizma, XVIII. yüzyılda Joseph Bramah tarafından geliştirilmiştir. Bramah mekanizması, bir hidrolik presti; içinde geniş bir piston bulunan büyük bir silindir ile bunun üstüne yerleştirilen kalıptan oluşuyordu. Gerekli basınç, küçük bir pistonu çalıştıran bir el POMPA'sıyla oluşturuluyor ve sıvı olarak su kullanılıyordu. O günden sonra hidrolik makinalar, yalınlıkları nedeniyle mühendisliğin hemen her dalına hızla yayıldı. Sıvılar küçük borularla iletilerek basınç kaynağından çok uzaktaki aygıtları da çalıştırabildiklerinden, uçaklarda, gemilerde, özellikle de tankerlerde, hidrolik aygıtlar yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Günümüzde basınç kaynağı olarak, el pompalarının yerini, motorlu pompalar almıştır. El pompalarıysa, kriko gibi yalın aygıtlarda ve uçaklardaki yardımcı sistemlerde hâlâ kullanılmaktadır. Krikonun alt bölümü sıvı deposudur. Pompa, genellikle yanda yeralır ve sıvıyı silindirin içine doldurarak, pistonun hareketini sağlar. Krikonun alçalması için de, vidalı bir mile bağlı olan iğneli supap açılır ve sıvı, silindirden depo bölümüne geri döner.

Günümüzde hidrolik sistemlerde mineral yağlar kullanılır. Bunlar hem sıvı halde donma noktası düşük, hem de yağlama özellikleri iyi olan yağlardır. Sistemlerin basıncı en çok 60-400 bar arasında, genellikle 160 bar dolayındadır. Hidrolik sistemin basıncı sağlayan ve sıvıyı içeren bölümüne, «güç sistemi» ya da «pompa» denir. Bu bölüm bazen, ayrı bir birim halinde yapılır. Böylece, mekanizmaları çalıştırmak için gereken basınca ve debiye göre değişik büyüklükte birimler oluşturulabilir.

Pompaların, gereken sıvıyı ve istenilen basıncı sağlamanın yanı sıra, hızlı basınç değişmelerinden etkilenmemeleri de beklenir. Bu tür değişmeler, tahrik kolu yolunun sonuna vardığı zaman ortaya çıkar. Aşırı ısınmayı önlemek için, aygıt çalışmadığı zamanlar, pompaların üstündeki yükün kaldırılması gerekir.

Hidrolik mekanizmaların güç sistemi bir depo, motora bağlı pompa (bunlar birkaç tane olabilir), bir filtre, bir güvenlik supabı, bir toplayıcı, bir kesme supabı (basınç ayarlayıcı) ya da basınç anahtarı ve tek yönlü valftan (çekvalf) oluşur. Depoda, pompa-

lara gönderilen ve pompalardan geri gelen sıvı bulunur. Pompalar basıncı sağlar. Filtre, sıvıyı yabancı maddelerden arındırır. Toplayıcı ise, basınçtaki dalgalanmaları ortadan kaldırır ve tehlike halinde ya da tamamlayıcı olarak kullanılacak sıvıyı içerir. Kesme supabı, en yüksek basınca erişildiği zaman, pompadaki sıvıyı otomatik olarak depoya iletir. Tek yönlü valf da, basınçlı sıvının, kesme supabı çalıştığı zaman geri sızmasını önler. Güvenlik supabı, kesme supabı arızalandığında devreye giren bir ek güvenlik önlemidir.

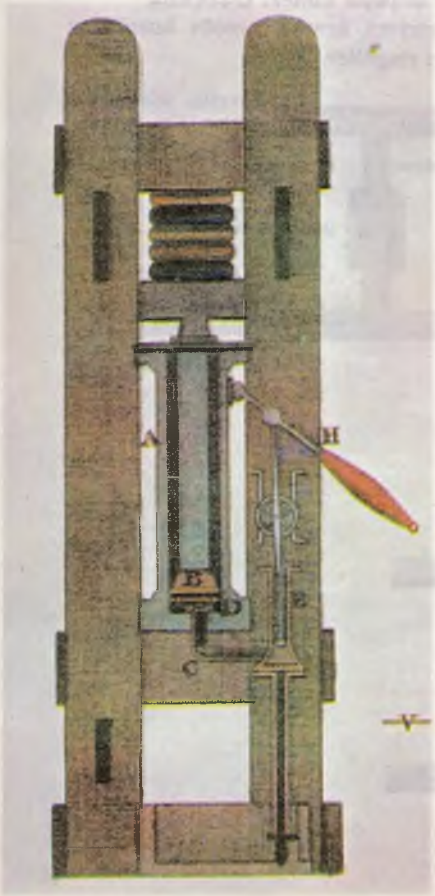
Güç sisteminden gelen sıvı, çok yollu valfa (bu da birkaç tane olabilir) gönderilir. Bu valfa genellikle elle kumanda edilir. Valftan geçen sıvı, ilgili mekanizmayı çalıştıran pistona ya da hidrolik motora ulaşır. Çok yollu valfı da depoya bağlayan bir boru vardır.

Sistemin parçaları: Metalden yapılan depoların tabanında, pompaya giden borular yeralır. Üstteyse, sistemden gelen boru vardır. Deponun üstünde ayrıca, doldurma deliği bulunur. Yanda, dikey olarak sıvı düzeyini gösteren *gözleme penceresi* yeralır. Ters dönmesi birçok manevra yapması gereken askeri uçaklarda, depo, her yanı kapalı olan ve içinde piston bulunan bir silindirdir. Uçağın her türlü durumunda pompaya sıvı gidebilmesi için, piston, sürekli olarak sıvıya belirli bir basınç uygular.

Uçaklardaki ve kara taşıt araçlarındaki pompalar motorlara bağlıdır; ama hareketsiz sistemlerde, elektrik motorları yardımıyla çalıştırılırlar. En çok raslanan iki pompa türü, *dişli pompa* ve *radyal pompadır*. Dişli pompa çok yalındır. Biri motora bağlı olan iki dişliyle çalışır. Sızdırmalarının az olması için aralarındaki boşluğun çok dar tutulduğu dişliler, bir yuva içinde yeralır. Giriş, dişlilerin birbirinden ayrıldıkları yerde, çıkış ise, ters yönde, dişlilerin kenetlendiği yandadır. Giriş deliğinden içeri alınan sıvı, yuvanın çevresini dolaşarak çıkış deliğine iletilir.

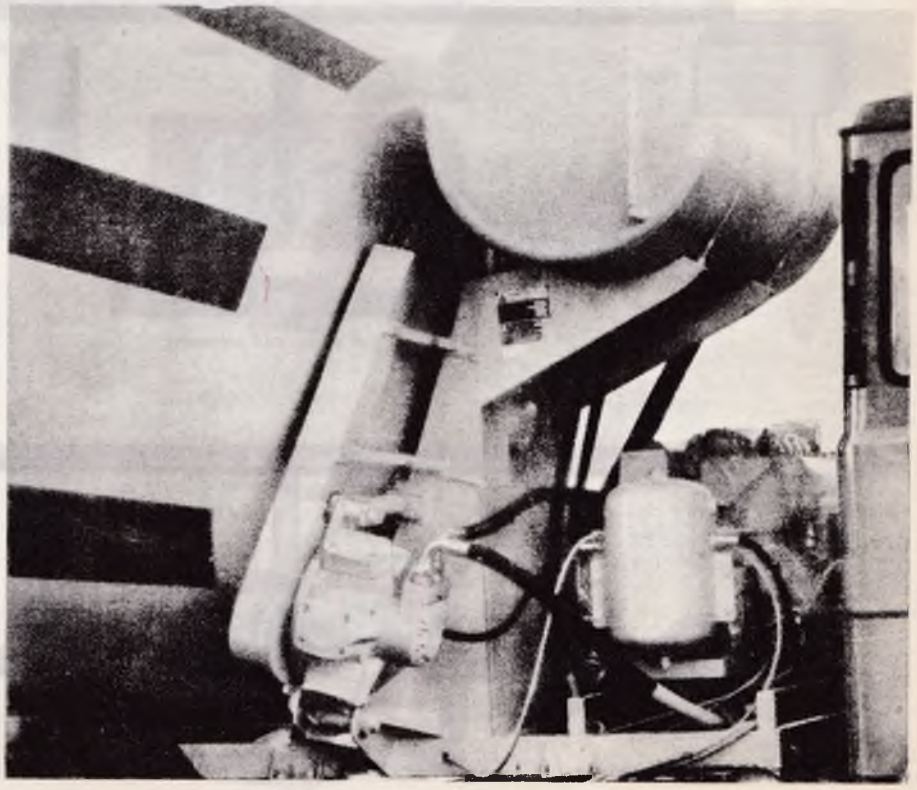
Radyal pompada ise, bir şaftın çevresinde yeralan tek sayıda (genellikle 5-11) silindir bulunur. Pistonlar şaftın üstündeki *eksantriğe* takılan bir taşıma halkasına bağlıdır. Şaft döndükçe, pistonlar, silindirlerin içine girip çıkarlar. Her silindirin üst kesimi ile taşıyıcı boru arasındaki bağlantı üstünde, küçük bir supap yeralır. Giriş delikleri, pistonlar geri çekildikleri zaman sıvının silindirlere dolmasına izin verecek biçimde, silindir duvarlarına delinmiştir. Pistonlar, ileri hareket ettikleri zaman delikleri kapatırlar ve içeri dolmuş bulunan sıvı, çıkış supabından çıkış deliğine gönderilir.

Toplayıcılar, hareketli piston içeren silindirlerden oluşur. Silindirin bir yanına, basıncı sistemin en



Joseph Bramah'ın presinin 1816 yılında yayınlanan bir resmi. (solda) Çalıştırma kolu presin sağ yanındadır.

Hazır karıştırılmış beton veren bu döner silindir (altta), hidrolik motorla (resmin altında ortada) çalıştırılmaktadır.



yüksek basıncının üçte biri ile yarısı arasında olan hava ya da azot doldurulmuştur. Bu basınç, pistonu silindirin alt ucuna doğru iter. Pistonun ikinci yanıysa, sisteme basınç ileten boruya açılır. Sistemin basıncı yükseldikçe, pistonun hareketini engelleyecek yönde etki eder. Bu durum, sistem basıncı hava basıncına eşit oluncaya kadar sürer. Basınç daha da arttığı zaman piston, silindirde geriye doğru itilir.

Sıvının basıncı en yüksek değerine eriştiği ve pompaların üstündeki yük kalktığı zaman, toplayıcının içindeki hava, sistemin basıncının değişmemesini sağlar. Sıvının basıncı pompaları yeniden çalıştıracak düzeye düşünceye kadar, aygıt, toplayıcıdaki yedek sıvı yardımıyla çalışabilir. Uçaklarda iniş sırasında asıl basınç kaynağının arızalanması olasılığına karşı gerekli sistemlerin, yani fren, iniş takımları ve flapların (hava frenleri) çalışmasını sağlama amacıyla da, ek toplayıcılar bulundurulur.

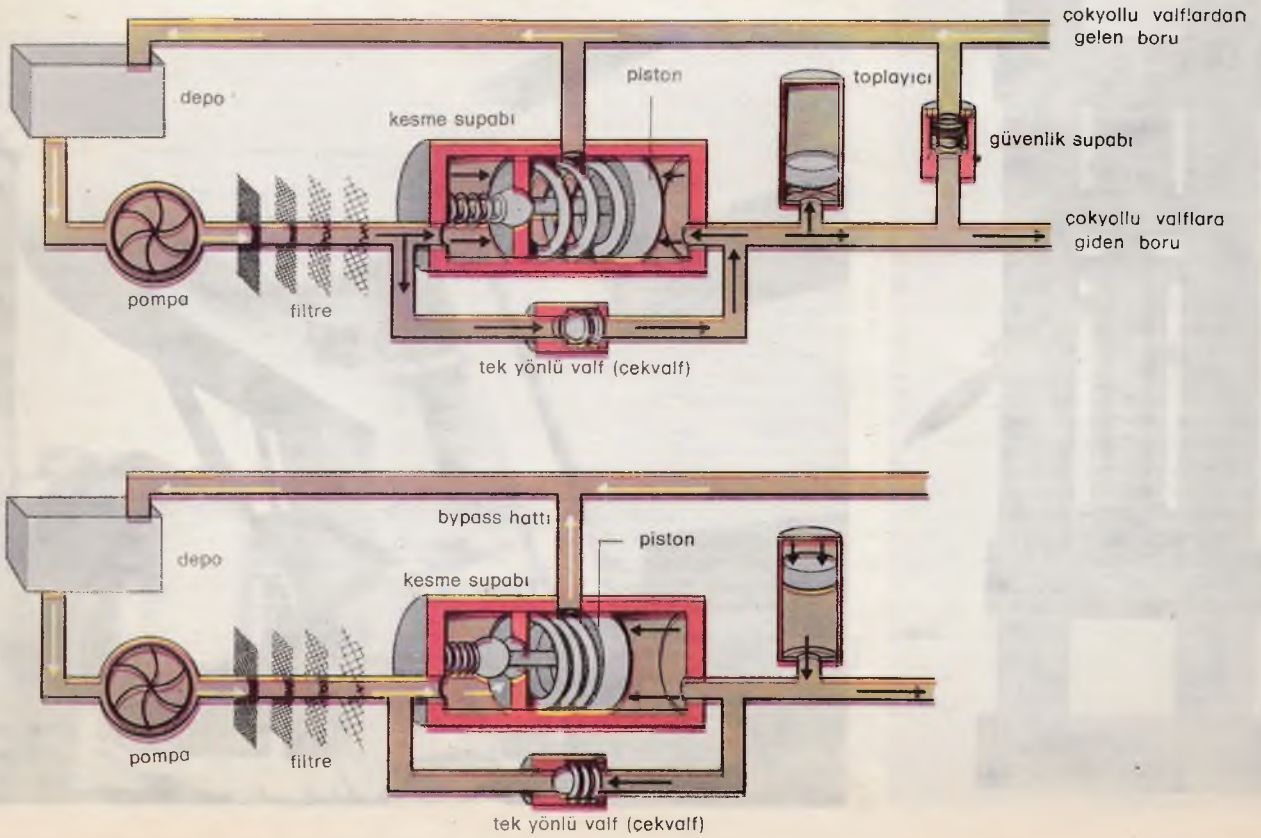
Kesme supaplarının birçok türü vardır; ama tümünün çalışma ilkesi birbirine benzer. Bunlar, bir ucunda yaylı bir piston, öteki ucunda da bir *tek yönlü valf* içeren boşluğun bulunduğu bir silindirden oluşur. Tek yönlü valflar borulara takılır ve sıvının yalnızca bir yönde akmasına izin verirler. Pompadan gelen sıvı, supabın bulunduğu boşluğa dolar ve dıştaki tek yönlü valftan geçerek, silindirin pistonu içeren ucuna, oradan da toplayıcıya ve basınç borularına gider. Piston ile içteki supap arasındaki bir başka boru da, deponun dönüş borusuna bağlıdır.

Yükselen basınç, pistonu ileri iter. Piston, silindirin içindeki yayı sıkıştırır ve yayın üstündeki bir uzantı, tek yönlü valfa dokunarak valfı açar. Böylece, pompadan gelen sıvı, valfın altından geçer ve sıvının dönüş borusundan çıkarak devreyi tamamlar. Bu durumda kapalı olan tek yönlü valf da, sistemin içindeki sıvının basıncının değişmez kalmasını sağlar. Sistemin basıncı belirli bir değerin altına düşünce yay pistonu geri iter, valf kapanır ve pompadan gelen sıvı yeniden sisteme dolmaya başlar.

Pompaların elektrik motoruyla çalıştığı yerlerde, en yüksek basınca erişildiği zaman motoru durdurmak için, basınç anahtarı kullanılabilir. Böylece, sıvının başka bir yoldan iletilmesi ve motorların sürekli olarak çalışması önlenir. Aynı anahtar, basınç belirli bir değere düştüğü zaman motorları yeniden çalıştırır.

Güvenlik supapları, tek yönlü supaplardan daha güçlü bir yayla donatılmıştır. Basınç borusu ile dönüş borusu arasına bağlanırlar ve üstlerindeki ayar vidasıyla, kesme basıncından biraz daha yüksek basınçta açılacak biçimde ayarlanırlar. İşlevleri, kesme supabı ya da basınç bozulduğu zaman sistemi korumaktır.

Hidrolik güç biriminin başlıca parçaları. (altta) Depodan gelen hidrolik sıvı, bir çekvalftan geçerek boruya basılır. Normal durumda kapalı olan kesme supabı, basınç belirli bir değeri aştığı zaman pistonun sola doğru hareketiyle açılır (alttaki çizim) ve sıvı ikinci yoldan depoya döner. Güvenlik supabı da (üstteki çizim), kesme supabı bozulursa basıncın yükselmesini engeller.



Çokyollu valflar, aygıtı kullanan kişinin, mekanizmayı çalıştıran kumanda kollarını yönetmesini sağlarlar. Bunların görevi, basıncı, tahrik kollarının ilgili yanlarına iletmek ve ikinci yanı dönüş borusuna bağlamaktır. En çok kullanılan türleri, üstünde çıkışlar bulunan bir yuva içinde hareket eden bir oluklu sürgüden oluşur. Yuvaya genellikle dört boru bağlanır. İki yanda da, birer basınç borusu ile birer dönüş borusu yeralır. Sürgünün belirli bir durumunda, oluklardan biri, basınç borusu ile hareket etmesi beklenen kola bağlanan boru arasında bağlantı kurarken, ikinci oluk, dönüş borusunu, ters yönde hareket veren kola bağlar. Böylece kol, istenilen yönde hareket eder. Sürgünün yer değiştirmesi sonucunda, boru bağlantıları da yer değiştirir ve kol, ters yönde harekete geçer. Hidrolik mekanizmanın denetim merkezinden uzakta yeraldığı durumlarda, çokyollu valflar devreye bobinler aracılığıyla elektronik olarak girdiklerinden, uzun borular kullanılmasına gerek kalmaz.

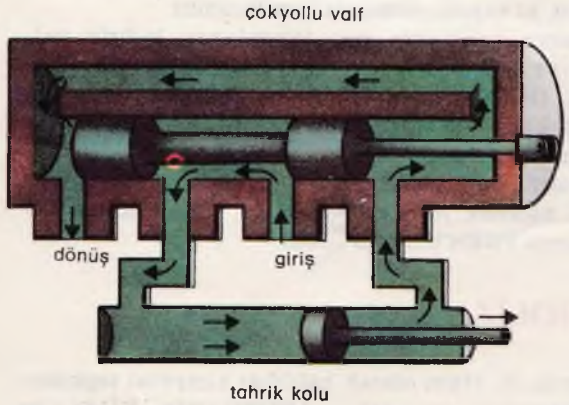
Tahrik kolları, içinde bir piston ile itici bir çubuk bulunan silindirlerden oluşur. Silindir, aygıta takılmıştır. Mekanizmayı, genellikle ters yönde hareket eden itici çubuk çalıştırır. Petrol tankerlerinde çok kullanılan yarım dönüşlü mekanizmalarda da aynı sistemden yararlanılır.

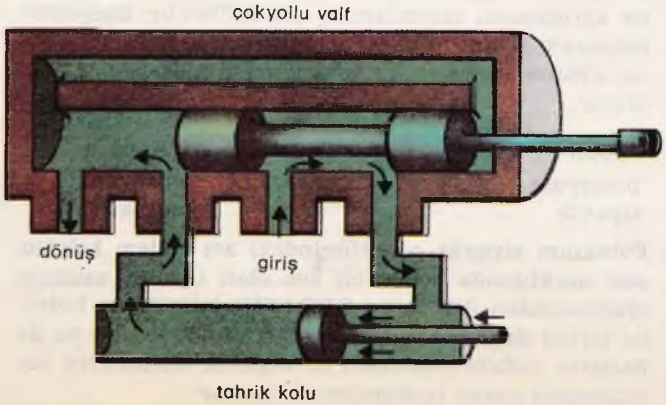
Hidrolik sistemin sürekli dönme gücü sağlaması istendiği zaman, sistem, vinç ya da tahrik kolu yerine, *hidrolik motora* bağlanır. Hidrolik motorların yapısı, döner pompalara benzer. Bunların başlıca iki türü vardır: *Dişli motor*; *pervaneli motor*. Dişli motorda, dişli pompada olduğu gibi, sıkıca birbirine geçmiş iki dişli bulunur. Bunlar, bir yanında giriş, öteki yanında da çıkış deliği bulunan küçük bir yuva içine yerleştirilmiştir. Giriş deliğinden gelen basınç altındaki hidrolik sıvı, çarkların dişlerinin arasından geçip çıkış deliğinden dışarı çıkarken, çarkları çevirir. Böylece, çarklara bağlı olan mekanizma da döner. Pervaneli motorlarda ise, rotora bağlı olarak dönen ve sistemi çevreleyen yuvaya yaylarla bastırılan pervane kanatları bulunur. Rotor, kutunun tam ortasında yeralmaz. Basınçlı hidrolik sıvı, rotorun bir yanındaki giriş deliğinden içeri gönderilir; rotor ile yuva arasından geçerken rotoru döndürür ve öteki

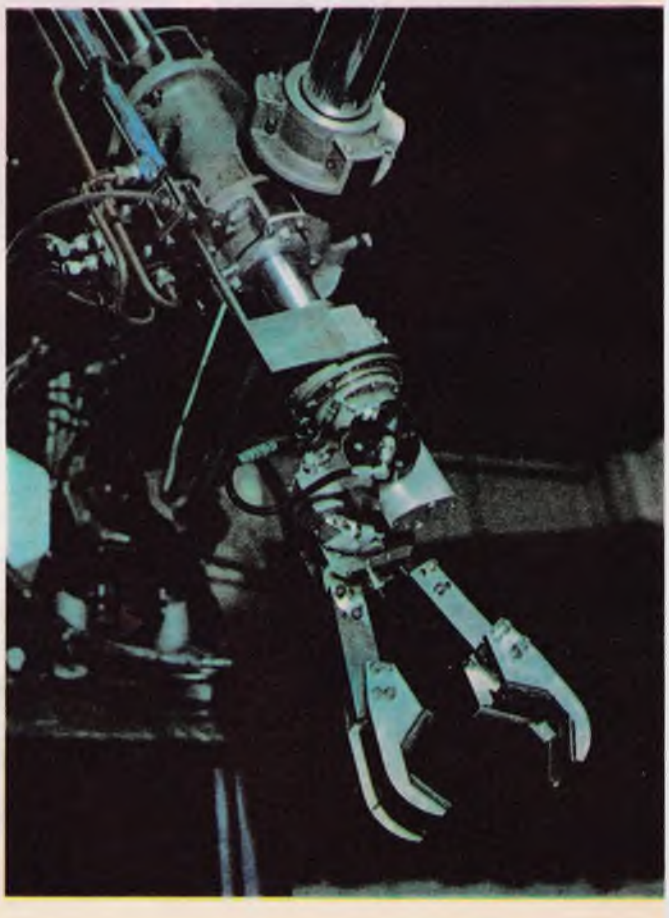
---

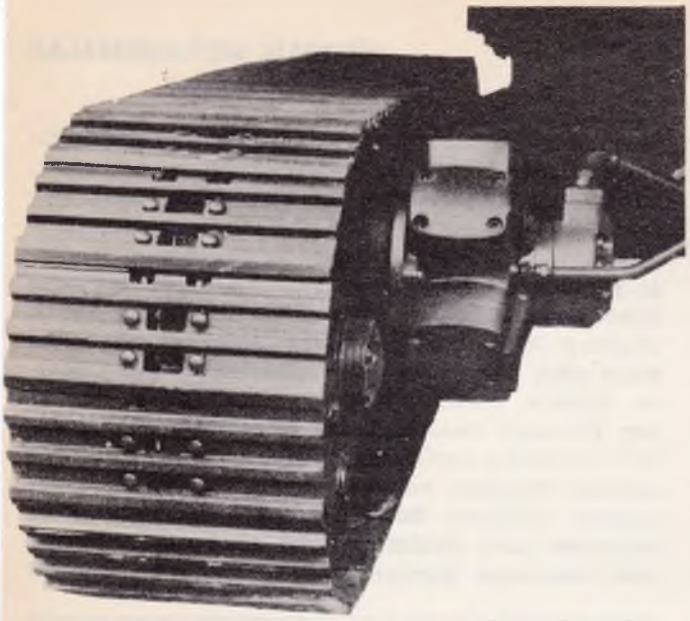
Hidrolik silindirler aracılığıyla hareket eden uzaktan kumandalı mekanik kol. (altta sağda) Basınçlı sıvıyı taşıyan borular sol üst köşededir.

Hidrolik sistemin çokyollu valfı ile tahrik kolu. (altta solda) Tahrik kolunun sağa ya da sola gitmesini, çokyollu valfın sürgüsü belirler. Üstteki çizimde sağa doğru, alttaki çizimde de, sola doğru hareketi sağlayan durum görülmektedir. Oklar sıvının akış yönünü göstermektedir.





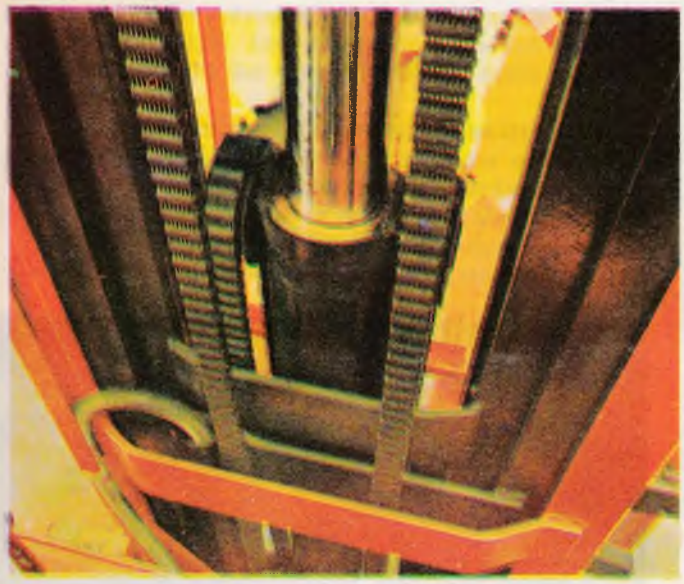




Paletli araçların paletleri, hidrolik motorlar yardımıyla döner. Resimde (solda üstte) görülen motor çok silindirlidir. Yapısı radyal pompalara benzer. Hidrolik motorlar her paletin ayrı hareket etmesini sağladıklarından, karmaşık kullanma kollarına ve dişlilere gerek kalmaz. Her motor, güç kaynağına ince bir boruyla bağlıdır. Bu boru resimde de görülmektedir.

Çatallı istifleyicinin çatalı, hidrolik bir piston ve zincir yardımıyla inip kalkar. Basınçlı silindirden yağ sızmaması için, pistonun üstü çok düzgün ve parlak yapılmıştır. (solda ortada)

Sokak ışıklarını onarmak için kullanılan hidrolik platform. (solda altta) İki uzun kolun birleştiği yerde, hidrolik pistonlardan biri görülmektedir. Hidrolik mekanizmalar, platformda yeralan kollar yardımıyla, istenilen yöne hareket sağlayabilirler.



yandan, çıkış deliğinden dışarı çıkar.

Hidrolik sistemlerin ne ölçüde yaygın olduğunu belirtmek amacıyla bir örnek vermek gerekirse, 250 000 tonluk modern bir petrol tankerinde 35 km uzunluğunda boru ve 100'den çok hidrolik kumanda bulunduğu söylenebilir. Çokyollu valflar bir dev tablo üstünde yeralır ve her birinin açık ya da kapalı olduğunu gösteren bir işaret bulunur. Böylece, geminin yükü, az sayıda elemanla boşaltılabilir.

Modern uçaklarda iniş takımlarını indirip kaldırmak ve burundaki tekerleği yöneltmek için olduğu gibi, flapları, hava frenlerini, tekerlek frenlerini ve uçuş kumanda aygıtlarını çalıştırmada da hidrolik sistemler kullanılır.

Presler, buldozerler ve hafriyat makinalarının çoğuna, hidrolik ilkelerle kumanda edilir. Birçok taşıt aracının FREN'leri hidroliktir.

HİDROLİZ

Suyun da etkin olarak katıldığı kimyasal tepkimelere, «hidroliz» adı verilir. ANORGANİK KİMYA'da bu terim, su içinde çözünmüş bir tuzun, asit ve bazına ayrışmasını tanımlamak için kullanılır. Sözgelimi, potasyum siyanür *(KCN)* çözeltilerinde, hidroliz sonucu, siyanür asidi *(-HCN)* ve potasyum hidroksit (KOH) oluşur:

KCN	+	H_2O	⟶	HCN	+	KOH
potasyum siyanür		su		siyanür asidi		potasyum hidroksit

Potasyum siyanür çözeltilerindeki acı badem kokusu, oda sıcaklığında uçucu bir sıvı olan siyanür asidinin oluşmasından ileri gelir. ORGANİK KİMYA'da hidroliz terimi daha genel biçimde kullanılır ve asit ya da bazların sudaki çözeltileri ile organik bileşiklerin bozunmasını içeren tepkimeleri de kapsar.

Organik hidroliz tepkimelerine, endüstride sık raslanılır. Sözgelimi, önemli bir endüstri hammaddesi olan etil alkol, fosforik asidin KATALİZÖR olarak kullanıldığı ortamda, etilenden hidrolizle elde edilir. Öte yandan, *esterler* (alkollerle ilişkili organik bileşiklerin bir sınıfı) bazlarla kolaylıkla hidroliz olarak, bir ALKOL ve söz konusu bazın organik bir TUZ'unu verirler. Esterlerin hidrolizine «*sabunlaşma*» adı verilir. SABUN ÜRETİMİ'nde trigliseritlerin (üç hidroksilli bir alkol olan gliserin ile stearik, oleik ve palmitik asit gibi yağ asitlerinin esterleri) bir karışımını içeren yağlar, sodyum hidroksitle, gliserin ve yağ asitlerinin tuzlarının bir karışımını verecek biçimde sabunlaştırılırlar. Gliserin, SELOFAN ÜRETİMİ'nde ve tütünün kurumasını önlemek için katkı maddesi olarak da kullanılır.

Bir başka hidroliz tepkimesi, bir kimyasal madde olan *fenol*ün *(C_6H_5OH)*, *Raschig* yöntemiyle üretiminde kullanılır. Fenol, benzen *(C_6H_6)* halkasındaki *H* atomlarından birinin *hidroksil grubu*yla (bir oksijen atomunun bir *H* atomuna bağlanmasıyla oluşan grup) yer değiştirmesi sonucu oluşan AROMATİK BİLEŞİKLER'den biridir. Fenol, PLASTİKLER'i (naylon ve poliüretan gibi), deterjanları, ilaçları (ASPİRİN gibi), boyaları ve PATLAYICILAR'ı da içine alan yararlı maddelerin büyük bir bölümü için, başlangıç maddesidir. Bir süreksiz pişirme işleminden çok, bir sürekli işlem olan Raschig yönteminde benzen, önce hidroklorik asit (hidroklorik asit, hidrojen klorürün sudaki çözeltisidir) ve havayla, benzilklorür *(C_6H_5Cl)* ile su verecek biçimde tepkimeye sokulur. Daha sonra benzilklorür, katalizör olarak fosforik asidin kullanılmasıyla hidroliz edilir ve fenol ile hidrojen klorür *(HCl)* oluşturulur. Ortaya çıkan hidrojen klorür, ilk tepkimede yeniden kullanılır.

Tepkime sırası aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$C_6H_6 \text{ benzen} + HCl \text{ hidrojen klorür} + 1/2\ O_2 \text{ oksijen} \longrightarrow C_6H_5Cl \text{ benzil klorür} + H_2O \text{ su}$$

$$\longrightarrow C_6H_5OH \text{ fenol} + HCl \text{ hidrojen klorür}$$

Hidrolizin bir başka kullanım alanı da, mısır nişastasından glikoz üretimidir. Nişasta molekülleri, *glikozit* bağlarıyla birbirlerine bağlanmış glikoz birimlerinden oluşur. Hidroklorik asitle hidroliz, bu bağları kırar ve serbest glikoz verir. Böylece, elde edilen ham glikoz, kemik kömürü kullanılarak renginin açılması, billurlaştırma gibi çeşitli arılaştırma işlemlerinden geçirilir. Glikoz, tıpta ve besin endüstrisinde çok kullanılır.

Bir tür glikoz olan dekstroz, nişastanın hidroliziyle üretilir. Süreçteki son basamaklardan biri, santrifüjlemedir. Resimde, santrifüjde kesilmiş dekstroz görülmektedir.

HİDROLOJİ Bk. SUBİLİMİ

HİDROMETRE Bk. ÖZGÜL AĞIRLIK VE BUHAR YOĞUNLUĞU

HİDROSTATİK Bk. STATİK VE HİDROSTATİK

HİDRO VE AERODİNAMİK

Hidrodinamik ile aerodinamik, hareket halindeki akışkanları inceleyen akışkan dinamiğinin dallarıdır. Gazlar ile sıvıların hareketlerini belirleyen temel yasalar aynıdır. Ancak, «doğa yasalarını» gösteren denklemler çok karmaşıktır. Bu yüzden, bulunuşlarından bu yana yüz yılı aşkın bir zamanın geçmesine karşılık, her durumu ve koşulu kapsayacak biçimde çözülemezler.

Sıvıların hareketini gösteren genel denklemler, ilk olarak 1820'de C.L.M.H. Navier tarafından geliştirilmiş, 1845'te G. G. Stokes tarafından tamamlanmıştır. «Navier-Stokes denklemleri» adı verilen bu denklemler, sıvının hızını, yoğunluğunu, basıncını, sıkışabilirliğini, viskozitesini ve uzamsal boyutlarını birbirine bağlar. Değişkenlerin sayısı çok fazla olduğundan, sıvı dinamiği, bunlardan bazılarının önem kazandığı, bazılarınınsa göz önüne alınmadığı özel alt gruplara ayrılmıştır. Böylece, her biri yalnızca belirli durumları kapsayan birçok çözüm bulunur.

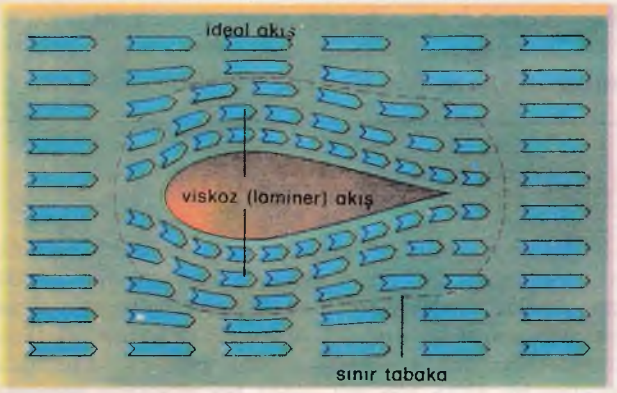
Hidrodinamik biliminin kuralları, aerodinamikinkilerden daha önce ortaya konduğundan, daha çok varsayım içerir. Ama su sıkıştırılamaz olduğundan, yoğunluğu, uygulanan basınca bağlı olarak değişmez. Suyun bu özelliği, sıvı dinamiğine ilişkin temel Navier-Stokes denkleminin, büyük ölçüde yalınlaştırıl-

masına olanak sağlar.

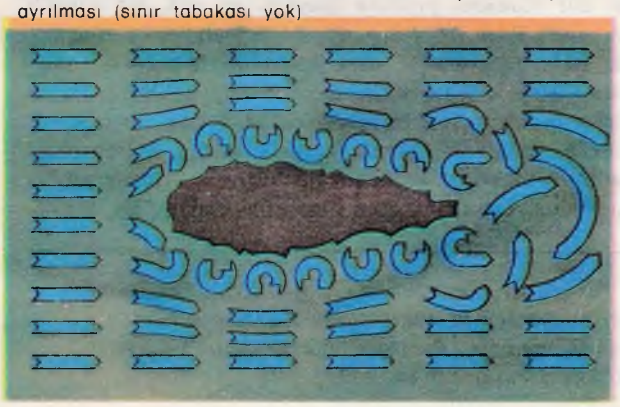
Laminer ve girdaplı akış: Sıvılarda iki türlü akış gözlenir: *Laminer akış; girdaplı akış.* Laminer akışta sıvı, aralarında hız farkı *(hız gradyanı)* olan ve birbirlerinin üstünden kayan tabakalar halinde hareket eder. Girdaplı akışta ise, sıvı tanecikleri her yönde hareket edebildiklerinden, ancak ortalama hız ve yön tanımlanabilir. İki tür akış arasındaki farkı, Osbourne Reynolds (1842-1912) belirtmiş ve akışın türünü belirleyen en önemli parametrelerden birinin, sıvının VİSKOZİTE'si olduğunu göstermiştir.

Sıvıların hareketini, değişken sayısının (yoğunluk, hız, basınç, sıkıştırılabilirlik ve viskozite gibi) çokluğu yüzünden, önceden belirlemek çok zordur. Bu yüzden belirli durumlar için genel çözümler hesaplanmıştır. (altta) Viskozite (iç sürtünme) kuvvetlerinin eylemsizlik kuvvetlerinden daha büyük olduğu yerde laminer akış (altta solda) oluşur. Akış yolundaki bir engel (altta sağda), akış yönünü değiştirir. Hız ve basınç da değişir ve eylemsizlik kuvvetleri, sürtünme kuvvetlerini bastırarak girdaplara yolaçar.

akışkana karşı direnci düşük bir cismin sınır tabakası

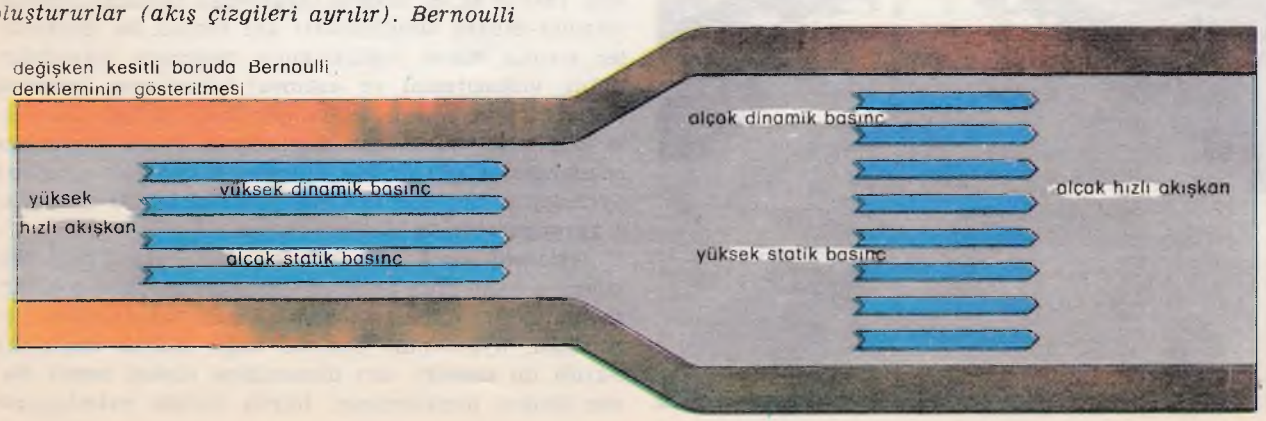


pürüzlü yüzeyi olan bir cismin çevresinde akışkanın çeperden ayrılması (sınır tabakası yok)



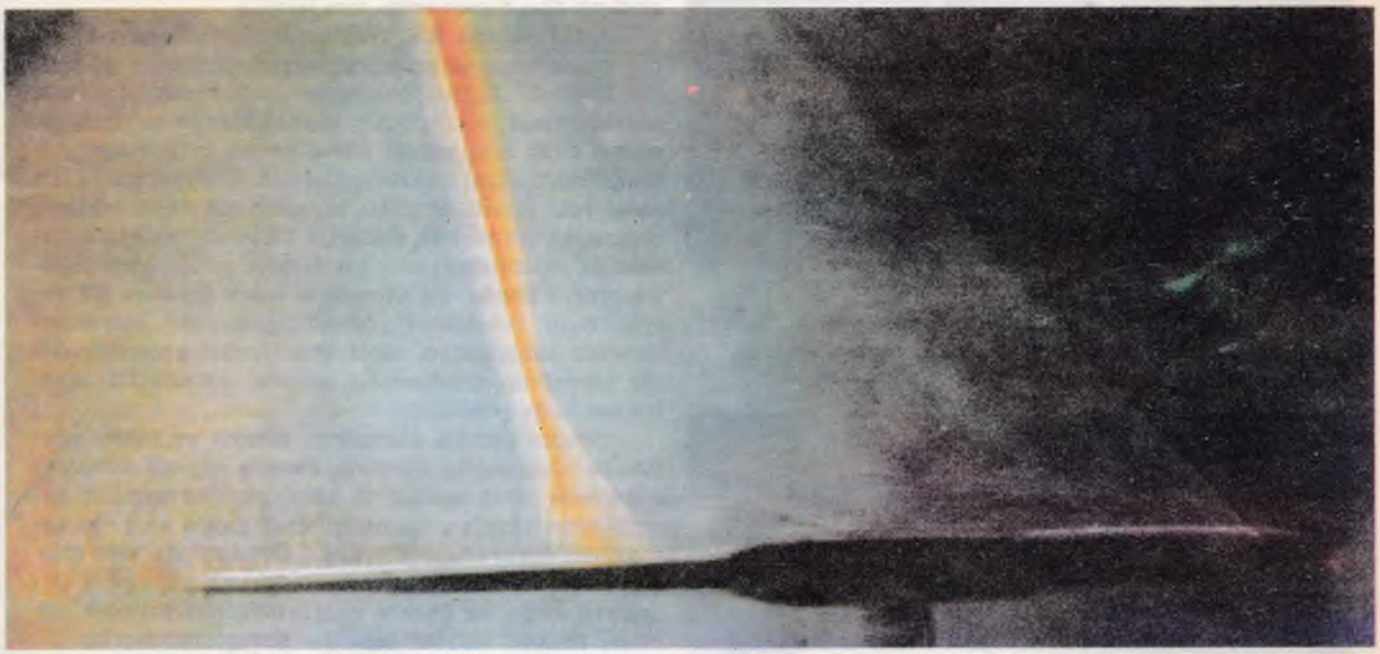
Düzgün kenarlı aerodinamik biçimli bir cismin yakınında viskozite kuvvetleri daha etkilidir. (üstte solda) Sınır tabakada akış laminerdir. Düzgün olmayan cisimler ise (üstte sağda) girdaplar oluştururlar (akış çizgileri ayrılır). Bernoulli denklemi, enerjinin korunumu ilkesine göre statik ve dinamik basınçlar arasındaki bağıntıyı verir. (altta)

değişken kesitli boruda Bernoulli denkleminin gösterilmesi

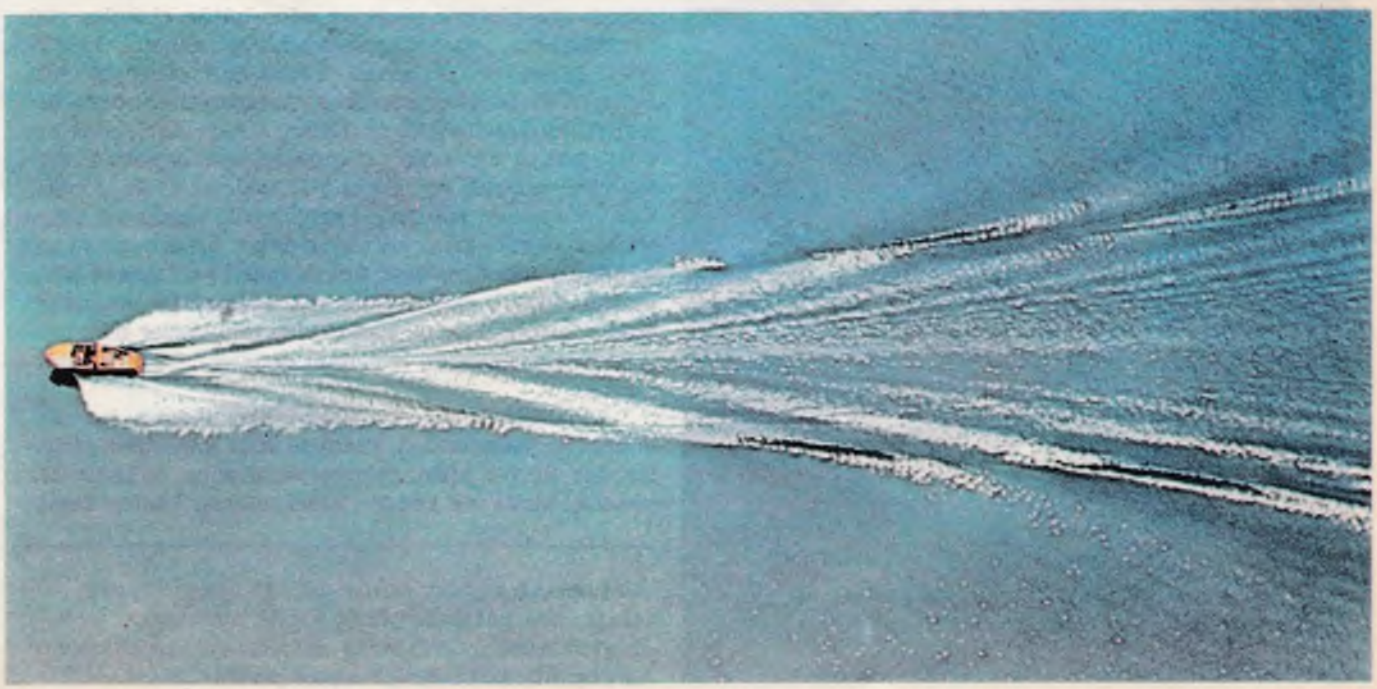


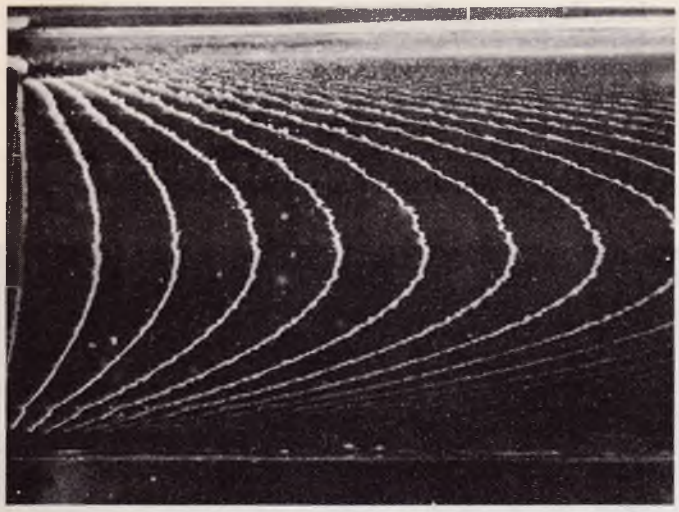
Sıvının harekete karşı iç direncini ya da SÜRTÜNME'sini gösteren viskozite, ESNEKLİK konusunda açıklamış olduğumuz kayma modülüne benzer. «Kalın» (makina yağı gibi) sıvıların viskozitesi yüksektir ve genellikle laminer akarlar. Viskozitesi düşük olan sıvılarsa, girdaplı akış eğilimi gösterirler. Ama akış biçimi, viskozite kuvvetlerinin sistemdeki öteki kuvvetlere (basınç ve eylemsizlik gibi) oranına da bağlıdır. Eylemsizlik kuvvetlerinin viskozite kuvvetlerine oranını gösteren ve boyutsuz bir büyüklük olan «Reynolds sayısı», aynı zamanda viskozitenin, sıvının içinden geçtiği ortam ya da cisimle bağıntısını da belirler.

Eylemsizlik kuvvetleri çoğunlukla ötekilerden üstün olduğundan, birçok doğal olayda girdaplı akış gö-



Saniyenin milyonda birinden daha kısa bir sürede çekilen bu fotoğrafta, rüzgar tünelinde denenen bir uçak kanadı modelinin oluşturduğu şok dalgası görülmektedir. (üstte)
Resimdeki deniz motoru, oluşturduğu yüzey dalgalarından daha hızlı gitmektedir. (altta)





Dikdörtgen biçimli bir kanalda laminer akış. (üstte) Sıvının hızı kenarlarda en yavaştır. Ortaya doğru, girdap oluşturmadan artar.

rülür. Ne var ki, girdaplı akışı içeren denklemler içinden çıkılamayacak kadar karışık olduğundan, hesaplarda bunlar, *ideal* (viskoz olmayan) akışlar olarak kabul edilir. Böylece yalınlaşan denklemlerde, viskozite ve kayma kuvvetleri göz önüne alınmaz; yalnızca hareket ve basınç kuvvetleri ele alınır. Buna «*potansiyel akış*» ya da «*ideal akış*» denir. İdeal akış, Reynolds sayısının sonsuz olması anlamına gelir. Bu da, girdaplı akış durumunun tam tersidir.

Aerodinamik: XX. yüzyılın başlarında havada uçma olanağının belirmesiyle, aerodinamik de güncellik kazandı. Yoğun çalışmalar sonucu aerodinamik, hidrodinamik ilkelerden kaynaklanmasına karşılık, ondan daha hızlı gelişti. Aerodinamik çalışmaları için, hidrodinamikteki varsayımlardan (sözgelimi ideal akış) yola çıkıldı. Prandtl, aerodinamik biçim verilmiş cisimlerin çevresinde viskozite etkisinin, yalnızca cismin en yakınındaki ince bir tabaka içinde görüldüğünü ortaya koydu. Bu tabakaya, «*sınır tabaka*» adı verilir. Sınır tabakanın dışında, viskozite kuvvetleri önemsiz olduğundan, ideal akış ilkeleri geçerlidir. Bu tür cisimlerin incelenmesi sonucu, AEROFOİL tasarımları hızla gelişmiştir.

Düzgün biçimli cisimlerde sürekli ve kalıcı sınır tabaka oluşmasına karşılık, düzgün biçimli olmayan cisimlerde sınır tabaka ve ideal akış kavramları geçerli olmadığından, cisimden uzakta bile akış çizgileri ayrılır, tabakalar belirsizleşir. Günümüzde bile, düzgün olmayan cisimlerin çevresindeki akış ilkelerini belirleyen kesin bir kuram geliştirilememiş, yalnızca, görülen fiziksel olaylar açıklığa kavuşturulmuştur.

Bernoulli denklemi ve yüksek hızlar: Uçak hızları arttıkça, sıkıştırılamazlık varsayımının yanlışlara yolaçtığı anlaşıldı. Bunun nedeni, Bernoulli denklemiyle açıklanabilir.

Bernoulli denklemi, akışkanlarda enerjinin korunumunu gösterir. Hareket eden bütün cisimler gibi, akışkanların da, hareketlerinden doğan kinetik ENERJİ'leri ve yerçekimi kuvvetinin etkisiyle (Bk. DİNAMİK) hareket edebilme «potansiyellerinden» doğan potansiyel (düşü) enerjileri vardır. Akışkanın her noktasına, o noktanın üstündeki akışkan yüksekliğiyle doğru orantılı bir *statik* BASINÇ etkir. Bu, akışkanın o noktadaki potansiyel enerjisidir. Akışkanın kinetik enerjisiyse, hızın karesiyle doğru orantılıdır ve *dinamik* basıncı oluşturur. Sıvıya enerji verilmez ve alınmazsa, kinetik enerji (dinamik basınç) ile potansiyel enerji (statik basınç) birbirlerine dönüşseler bile, toplam enerji değişmez. Bernoulli denklemi bu ilkeyi gösterir.

Dinamik basınç, akışkanın akış hızının karesiyle orantılı olduğundan, basıncın hıza göre artışı, mutlak hız ile bu hızın değişme miktarına bağlıdır. Bu yüzden, hızlar ne kadar yüksek olursa, basınç değiş-

Girdaplı akış. (solda) İnce silindir, geçen suyun içinde, ters yönlerde dönen klasik girdaplar oluşturmaktadır. Rüzgarda dalgalanan bayrakların hareketinde de bu tür girdaplar görülür.

meleri ile sıkışmadan doğan yoğunluk değişmeleri de o kadar büyür. Saatte 200 kilometrenin altında, yoğunluk değişmeleri önemsizdir ve havanın sıkışmaz olduğu kabul edilebilir. Ancak, bu hızın üstünde aynı varsayım, yanlış sonuçlar verir.

Mach sayıları ve ses hızı: SES, küçük basınç farklarından oluşan bir basınç dalgasıdır. Sesin ortam içindeki yayılma hızı, «ses hızı» diye adlandırılır. Bir cismin çevresinden geçen hava, cismin yakınında yükselen, böylece cismin varlığını bildiren yüksek basınç alanı oluşturur. Basınç dalgası nedeniyle hava, cismin çevresinden en az karışıklık yaratarak dolanır.

Havanın hızı ses hızından yüksekse, bu uyarıcı dalgalar yükselmeye zaman bulamaz ve cismin varlığı önceden bildirilmez. Buna *«sesüstü akış»* denir. Bu durumda havanın, cisme değdiği anda yön değiştirmesi gerekir. Yer değiştirme miktarı azsa, hava, cismin üstünde küçük genlikli bir şok dalgası bırakır. Oysa, yer değiştirme miktarı çoksa, oluşan büyük genlikli şok dalgası, cisimden önde gider (genliği büyük olan dalgalar daha hızlı yol alırlar); arkasındaki hava ise, sesten daha yavaş yol alır. Bu şok dalgaları, «SES PATLAMASI» diye adlandırılır.

Ses hızının iki yanında akış ilkeleri böylesine farklı olduğundan, hızın ses hızından yüksek mi, yoksa alçak mı olduğunu bilmek çok önemlidir. Ne var ki, ses hızı değişmez değildir, SICAKLIK'la değişir. Bu yüzden, kolaylık sağlama amacıyla, akışkanın hızı, ses hızına bölünür. Bu orana, mermilerin hareketini inceleyen Avusturyalı bilim adamı Ernst Mach'ın adından, *«Mach sayısı»* adı verilmiştir.

Hipersonik akış: Havanın hızı daha da artarsa, şok dalgasının arkasındaki sıcaklık ve basınç yükselmesi büsbütün artar ve hava *ayrışır;* yani, havayı oluşturan azot ve oksijen moleküllerinden bazıları,

TSR 2'nin ilginç özelliklerinden biri, kanat uçlarının oluşturduğu kuvvetli girdaplardır. (sağda) Nem oranı yüksek havanın içinde düşük hızla uçarken, bu girdaplar, kanadın arkasında sarmal izler bırakır.

Kanat girdaplarının hidrodinamik tünelde gösterilişi. (altta) Eylemsiz basınç kuvvetleri, viskozite kuvvetlerine oranla daha belirgin duruma geçerse, ortamda girdaplar oluşur.

atomlarına ayrılır. Cismin arkasında sıcaklık ve basınç yeniden azalacağından, moleküller de yeniden birleşirler.

Süreçler sırasında önemli ölçüde enerji, hem soğurulur hem de açığa çıkar. Bu da bölgedeki akışı etkiler. Bu akışa «*hipersonik akış*» adı verilir.

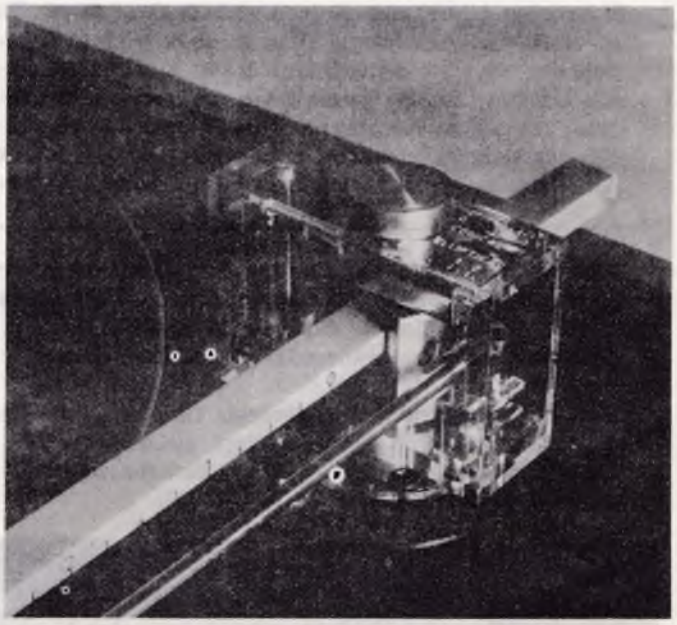
Kayma akışı: Deniz düzeyinde atmosfer basıncı, ölçü yapılan noktanın üstündeki havanın ağırlığını gösterir (Bk. BAROMETRELER). Yükseklerde basınç ve yoğunluk daha azdır. Belirli bir yükseklikte (deniz düzeyinden 80 km yüksekte), yoğunluk çok azalır ve ortalama serbest yol (moleküllerin çarpışmaları arasındaki ortalama uzaklık), göz önüne alman cismin boyutları kadar olur. Hava, artık bir varlık gibi davranmaz, basınç ile kuvvet yalnızca, moleküllerin cismin yüzeyine çarpması sonucunda oluşur. Buna, «*serbest moleküler akış*» ya da «*Newton akışı*» denir. Havanın bir cisim gibi davranması ile moleküler akış arasında kesin bir sınır yoktur; değişme yavaş yavaş olur ve bu değişmeye «*kayma akışı*» adı verilir.

Hİ - Fİ SİSTEMLER

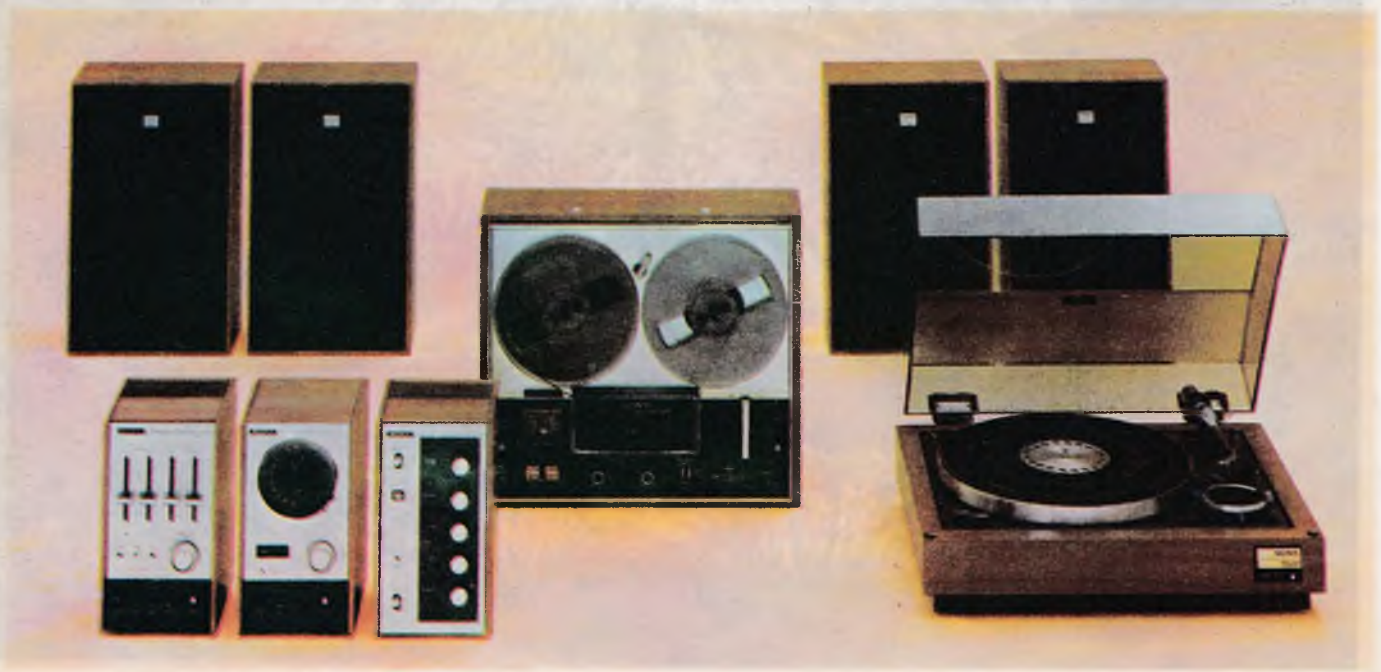
«Hi-fi» ingilizce high fidelity («yüksek bağlılık») sözcüklerinin kısaltılmış biçimidir. Hi-fi sistemler, ses ya da müziği, aslına büyük ölçüde benzeyen biçimiyle yayınlarlar.

Hi-fi sistemin en önemli parçası YÜKSELTİCİ dir. Bu birim, HOPARLÖR'lere ya da kulaklıklara gidecek çıkış sinyallerini ürettiği gibi, bir TEYP'e giriş sinyalleri de verebilir. Yükselticiye giren sinyaller, pikaptan, banttan, radyodan, TV ses donatımından ya da bir MİKROFON'dan gelebilir. Günümüzde hi-fi sistemlerinin çoğu, stereofonik ya da kuadrofoniktir (Bk. STEREOFONİ VE KUADROFONİ; STEREO RADYO);

Bu pikap kolu geometrik bir düzenleme içindedir. (altta) Plak üstünde hareket ederken, yerini değiştirir. Böylece, izleme hatası azaltıldığı gibi, kayma da önlenir.



İki taraflı dört hoparlör, AM/FM düzenlemesine bağlanabilen stereo teyp, entegre stereo yükseltici, kayışla döndürülen pikap, eşzamanlı motor ve dörtlü kayıttan gelen sinyalleri ayıran çözümleyiciden oluşan bir hi-fi sistemi. (altta)



ama bu sözcükler, sesin niteliğinden çok, yayın işleminin iki ya da dört kanal üstünden dağıtıldığını belirtmek için kullanılır. Piyasada, gerçekte hi-fi olmamakla birlikte hi-fi diye satılan pek çok sistem bulunmaktadır. Bu durum, yasal yoldan hi-fi standartlarını belirleyen herhangi bir düzenlemenin yürürlükte olmamasından kaynaklanmaktadır. Ancak, bir hi-fi standardı getirmek için çalışmalar sürdürülmektedir.

Hi-fi türü yayın verecek aygıtlarda iyi bir *frekans yanıtı*, düşük düzeyde *gürültü* ve *bozulma* ile uygun bir *çıkış gücü* gereklidir.

Frekans yanıtı: İnsan kulağının duyabileceği frekanslar 20 — 20 000 Hz arasında değişir. Bir hi-fi sistem, bu aralıktaki her frekansı, hiç birini yitirip bozmadan verebilmelidir. Bir aygıtın frekans yanıtı, «düz» ya da «doğrusal» yanıtlar (bütün frekansların eşit olarak yayınlandığı) arasında yaptığı en büyük değişmelerle birlikte kullanabileceği, en yüksek ve en alçak frekansların belirtilmesiyle saptanır. Frekans yanıtı, *desibel (dB)* cinsinden belirtilir. Desibel, iki gerilim, iki akım ya da iki güç düzeyi arasındaki ilişkiyi belirtmek için kullanılır ve iki büyüklüğün birbirine oranının LOGARİTMA'sı (10 tabanına göre) cinsinden gösterilir. Gerilim ya da akımlar birbirleriyle karşılaştırıldığında, oranın logaritması 20'yle, güçler karşılaştırıldığındaysa 10'la çarpılır.

Sözgelimi, bir güç düzeyi 50 W'tan 100 W'a yükselmişse, bunun desibel cinsinden karşılığı, $10 \times \log (100/50) = 10 \times \log 2 = 3{,}01$ *dB* biçiminde bulunur. Gerilim yükselmesi 50 V'tan 100 V'a yükselmişse *kazanç*, $20 \times \log 2 = 6{,}02$ *dB* düzeyindedir. Bir düzeyden başka bir düzeye düşüş söz konusuysa, *dB* önüne eksi işaret konur. Sözgelimi, —3 *dB*, 100 W'tan 50 W'a düşüşü simgeler.

Yükselticinin frekans yanıtının ölçümünde kullanılan yöntemlerden biri de şöyledir: Yükseltici, bir SİNÜS DALGASI girişiyle, 1 000 Hz'lik frekansta 1W çı-

Bir pikabın döner tablası. (altta) Kayışla döndürme sisteminin görülmesi için, kapak çıkarılmıştır. Yuvarlama hatasını azaltmada en iyi yol, motor gürültüsünü de azaltan kayışla döndürmedir.

Ses soğurucu bir odada, bir hoparlörün duyarlığının ölçülmesi. (solda)

Bu yükselticide (altta) fazladan beş tane ton denetimi vardır. Bunlar, eski ve dengesiz kayıtların frekansına uyum sağlamak için eklenmiştir.

kış verecek biçimde ayarlanır. Bu çıkış düzeyi, 0 *dB* olarak alınır. Elde edilen çıkış güçleri, yükselticinin frekans yanıtını ve alt, üst sınırlarını belirlemek için, *dB* ölçümüyle karşılaştırılır. Böylece frekans yanıtı, sözgelimi, 25 Hz'ten 20 kHz'e kadar ± 1,5 *dB* biçiminde gösterilir. Çıkışta ± 1 *dB*'den daha küçük değişmeler, insan kulağınca algılanmaz. ± 2 *dB*'lik değişmeler bile, birçok kişinin algılayamayacağı kadar küçüktür.

Sık sık sözü edilen öteki büyüklüklerden biri de, *güç bant aralığı*dır. Bu büyüklük, nitelik bozulması sınırları içinde çalışan yükseltici, normal çıkışın en az yarısında bir güç verirken ortaya çıkan frekans aralığını belirtir.

Bozulma (distorsiyon): Hi-fi aygıtlarının, geniş ve düz bir frekans yanıtının yanı sıra, çok az bozulma oluşturan özellikte olması gerekir. Bozulma, değişik biçimlerde ortaya çıkar. Ama temelde, giriş sinyalinde bulunmadığı halde, çıkış sinyalinde beliren herhangi bir bileşen olarak kabul edilir.

*Harmonik bozulma*nın nedeni, aygıt içinde üretilen istenmeyen harmonik frekanslardır. Harmonik frekans, aygıttan geçen *temel* frekansın katları biçiminde belirir. Temel frekans 1 000 Hz ise, *ikinci harmonik* 2 000 Hz, *üçüncü harmonik* 3 000 Hz, vb. olacaktır.

Aygıt içinde, bir bölümden öteki bölüme sinyalin çizgisel olarak taşınamaması durumunda oluşan *genlik bozulması* da, harmonik bozulmaya yolaçar. Belirli bir anda, bir bölümden çıkan sinyal genliği, giriş sinyali genliğiyle tam tamına orantılı olmadığında, bu durum ortaya çıkar. Genlik bozulması ayrıca, *intermodülasyon bozulması*na neden olur. Bu durumda (aygıta iki ya da daha çok sinyal frekansı giriyorsa), giriş frekanslarının farkına ya da toplamına eşdeğer frekanslar üretilmeye başlar.

Harmonik ve intermodülasyon bozulmaları, genellikle çıkış sinyalinin yüzdesiyle tanımlanır. Sözgelimi, toplam harmonik bozulma % 0,1 olarak gösterildiğinde, bu, çıkış sinyalinin bu kadarlık bir bölümünün bozulduğu anlamına gelir. Sesin niteliğini bozan intermodülasyon bozulmasının etkisi, harmonik bozulmadan daha da kötüdür.

Giriş sinyalinin düzeyi çok yüksek olduğunda, *kırpılma bozulması* oluşur. Aygıta, işleme sokabileceği genlikten daha yüksek genlikli dalga biçimleri girince, bunların tepe noktaları, doruk genliğine ulaşamadan «kırpılır». Bazen, aşırı yük bozulmaları, yapımcılar tarafından belirtilir. Sözgelimi, 20 *dB*'de % 0,1'lik bozulma gibi. Bu, giriş sinyali önerilen sinyal düzeyinin 20 dB üstüne çıktığında, % 0,1'lik bir bozulmanın oluşacağını gösterir.

Plak üretiminde iki tür bozulma oluşur: *İzleme bozulması; algılama bozulması.* İzleme bozulması, pi-

İzleme hatası olmayan bir pikabın döner tablası. (solda) Burada pikap kolu, servo motorla, plak üstünde düz bir çizgi boyunca hareket edebilir. Tek noktadan destekli olmadığından, açı oluşturmaz ve plaktaki izleri hatasız izler. İğne, plak tarafından sürüklenmediğinden, izlerin yanlarına basınç yapmaz. Plağın döner tablaya teması da, en aza indirilmiştir. Bir pikabın asıl sinyale bağlı kalmayışının iki nedeni. (sağda) İzleme hatası: Kayıt iğnesinin plak üstünde bir doğru boyunca hareket ederek iz açmış olmasına karşılık, pikap iğnesi dar bir açı içinde hareket eder. Algılama bozulması: Kayıt iğnesi, pikap iğnesinin izleyemeyeceği bir iz açmıştır. Elips uçlu iğne kullanılarak, bu bozulma en aza indirilebilir.

kap iğnesinin, plak üstündeki iz biçimlerini tam olarak izleyememesinden doğar. Bu da, ya iğne kolunun yeterli ağırlıkta olmayışından ya da iğne ile plak arasındaki sürtünmeler sonucu ortaya çıkar. İzleme hatası, iğne ortasından geçirilen doğru ile, iğnenin ize değdiği noktadan ize çizilen teğet arasında kalan açı olarak tanımlanır. Bu açının olabildiğince küçük olması gerekir; çünkü iğne, ancak o zaman, plak üstünde (Bk. PLAK ÜRETİMİ; PİKAP) kayıt iğnesinin açmış olduğu izi tam olarak izler.

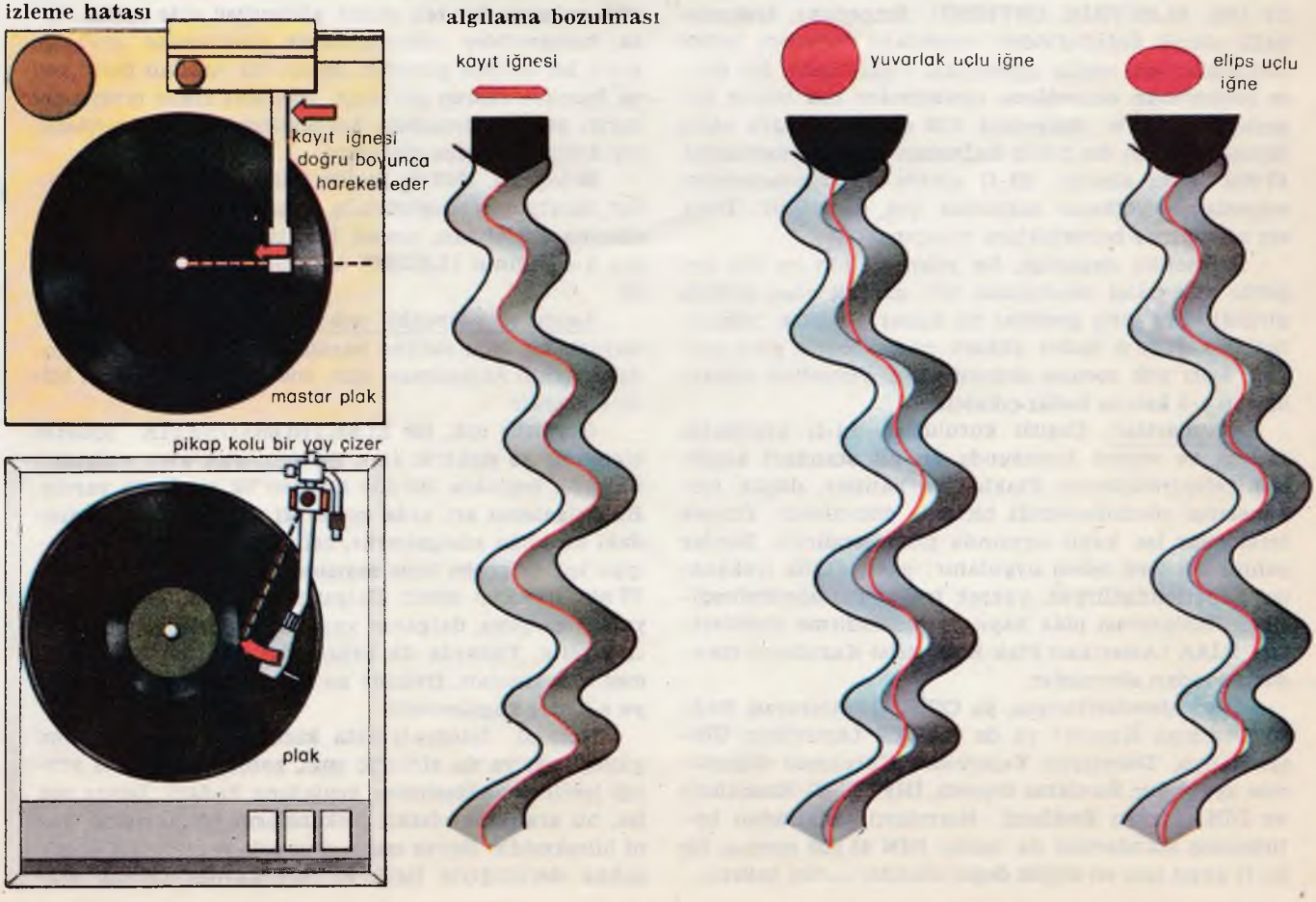
Algılama bozulmasıysa, harmonik bir bozulmadır. Nedeni, pikap iğne ucunun eğrilik çapının büyük olması sonucu, izlerin yetersiz izlenmesidir.

Pikap kafası özellikleri belirtilirken, genellikle 15° lik *düşey izleme açısı*ndan söz edilir. Bu, iğne düşey doğrultuda hareket ettiğinde, düzeyin önüne doğru 15°lik açıya uyan bir hareket yaptığı anlamına gelir.

Gürültü: Gürültü, bir sistem içinde düzensiz olarak üretilen elektrik sinyalleri sonucu oluşur ve bir ölçüde kaçınılmazdır. Çünkü, bir yükselticiye hiç sinyal girmese bile, devreden gene de küçük bir akım (kalıcı akım) geçer. Bu akımın ürettiği sinyaller bütün frekans tayfını kapsadığından, genellikle «beyaz gürültü» diye adlandırılır (beyaz ışığın, görünebilir tayfın tümünü kapsamasına benzetildiğinden). Gürültü düzeyleri, çoğunlukla sistemdeki «mırıltı» düzeyini de içine alan «mırıltı ve gürültü» düzeyi biçiminde belirtilir. «Mırıltı», şehir şebeke akımındaki düşük frekanslı sinyallerin (50 Hz) ve bunların harmoniklerinin oluşturduğu, istenmeyen bir gürültüdür. Bir yükseltici çıkışındaki «mırıltı» ve gürültü akımları, istenen sinyal düzeyi ile «mırıltı» ve gürültü düzeyleri toplamının oranı olarak belirtilir. Sinyalin gürültüye oranı, desibel cinsinden ölçülür. Sözgelimi, «50 W'a — 66 *dB*», 50 W'lık çıkışta gürültü gücünün, 50 mikrowatt'tan daha az olduğu anlamına gelir.

Güç çıkışları: Bir aygıtın güç çıkışını saptamada değişik yollar vardır; ama bunların en anlamlısı, belirtilen harmonik bozulma düzeyini aşmaksızın, *sürekli KKO gücü* belirtmektir. KKO (karekök ortalama demektir), belirli bir yükte aynı gücü verecek doğru gerilime eşdeğer alternatif gerilimin, dalga biçiminin genliğidir. Bundan bulunan değer, aygıtın sürekli olarak sağlayacağı gücü gösterir. «Pik gücü» ya da «müzik gücü» gibi anlık bir güç, gerçek gücü yansıtmaz. Ama bu güçler, aygıtın sürekli gücünden çok daha büyük (bazen iki katı kadar) olabileceklerinden, aygıtı, olduğundan daha güçlü göstermeye yararlar.

Günlük kullanımlarda çok yüksek çıkış güçlerine gereksinim duyulmasına karşılık, gerekli olandan daha çok güç sağlayan yükselticiler kullanmak yararlı olur. Böylece, yükselticinin genellikle en üst gücünün altında çalışması ve yüksek müzik piklerini, kırpılma bozulması olmaksızın vermesi sağlanır. Bu yolla ayrı-



ca. çıkış transistörlerinin aşırı ısınması da önlenir.

Dalgalanma ve yuvarlanma bozulmaları: «Dalgalanmalar», pikap ve teyplerde, hız değişmelerinden oluşan bozulmalardır. Düşük hızlı dalgalanma, ses yüksekliğinde küçük değişmelere yolaçar. Bunun nedeni, 10 Hz ya da daha düşük frekanslarda hız değişmeleridir. Yüksek hızlı dalgalanmaysa, 10 Hz ya da daha yüksek frekansla hız değişmesi sonucu oluşur ve çatlak ses etkisi yaratır. Dalgalanma değerleri genellikle yüzdeyle gösterilir. Yüzde değeri ne kadar düşükse aygıttan o kadar iyi sonuç elde edilir.

Pikabın döner tablasının ürettiği ve oradan yükselticiye kadar ulaşıp hoparlörlerden duyulan gürültüye, «yuvarlanma» denir. Çok uzaklardan duyulan gök gürültüsünü andırır ve özellikle müziğin sessiz bölümlerinde rahatsız edicidir. Nitelikli pikaplarda, yuvarlanma ya çok azdır ya da hiç olmaz. İyi bir hi-fi pikapta yuvarlanma düzeyi, gerekli sinyal düzeyinin en azından 45 *dB* düşüktür.

Empedans ve duyarlık: Sistemin bir bölümünden bir başkasına güç aktarılırken ortaya çıkan bozulmanın çok düşük olması isteniyorsa, birimlerin giriş ve çıkış *empedans*larının birbirine uydurulması gerekir. Giriş empedansının, kaynak empedansının 5 ya da 6 katı olduğu durumlarda, bunu sağlamak kolaydır; ama tersi olanaksızdır. Empedans, devrenin, üstünden geçen akıma gösterdiği dirençtir ve devredeki DİRENÇ ile indüktif ve kapasitif *reaktans*ların toplamına eşittir (Bk. ELEKTRİK DEVRESİ). Empedans, frekansa bağlı olarak değiştiğinden, empedans değerleri, belirli frekanslar için verilir (genellikle 1 kHz için). Bir devre bölümünün empedansı, direncinden çok büyük değerlerde olabilir: Sözgelimi, 630 ohm'luk doğru akım direnci taşıyan bir pikap kafasının gerekli empedansı, 47 000 ohm olabilir. Hi-fi sistem düzenlemelerinde, empedans uyumunu sağlamak çok önemlidir. Tersi, ses niteliğinde bozukluklara yolaçar.

Yükseltici *duyarlığı*, bir yükselticinin en üst değerde güç çıkışı verebilmesi için gerekli olan gerilim girişidir. Bu giriş gerilimi ne kadar düşükse, yükseltici duyarlığı o kadar yüksek olur. Genlik giriş sinyali, aşırı yük sorunu doğurmadan, yükseltici duyarlığının 4-5 katına kadar çıkabilir.

Standartlar: Çeşitli kuruluşlar, hi-fi aygıtların yapımı ve verimi konusunda en alt standart koşulları geliştirmişlerdir. Plaklar ve bantlar, düşük frekansların sönümleneceği biçimde düzenlenir. Yüksek frekanslar ise, kayıt sırasında şiddetlendirilir. Bunlar çalınırken tersi işlem uygulanır; yani, düşük frekanslar şiddetlendirilirken, yüksek frekanslar sönümlendirilir. Uluslararası plak kayıt ve seslendirme standartları, RİAA (Amerikan Plak Endüstrisi Kuruluşu) standartlarından alınmıştır.

Teyp standartlarıysa, ya CCİR (Uluslararası Radyo Danışma Kurulu) ya da NARTB (Amerikan Ulusal Radyo, Televizyon Yayıncıları Kuruluşu) değerlerine uygundur. Bunların dışında, İHF (Hi-Fi Enstitüsü) ve DİN (Alman Endüstri Normları) tarafından belirlenmiş standartlar da vardır. DİN 45 500 normu, bir hi-fi aygıt için en düşük değer standartlarını belirtir.

HİGROMETRE Bk. NEMÖLÇER

HİPERSONİK UÇUŞ Bk. SÜPERSONİK UÇUŞ

HİSTEREZİS Bk. MAGNETİZMA

HOLOGRAFİ

Holografi, fotoğrafçılık gibi, bir sahnenin ya da cismin görüntüsünü film üstüne kaydetme tekniğidir. Ama, hem elde edilen görüntünün yapısı, hem de kullanılan teknikler, bütünüyle değişiktir.

Fotoğrafçılıkta, görüntü iki boyutlu olarak elde edilir; yani, fotoğrafı çekilen nesnenin derinliği, bütünüyle yiter. Boyutlar, baskı düzlemi üstüne indirgenir. Holografi tekniğiyle üretilen fotoğraflardaysa *(hologram)*, görüntü üç boyutlu olarak verilir; yani derinlik de belirlenir.

Normal fotoğraflarla da sahte üç boyutlu görüntü sağlanabilir. Bunun için, bir STEREOSKOPİ aygıtında, aynı cismin iki fotoğrafına aynı anda bakılarak derinlik boyutu algılanır. Ne var ki, bu teknikle, cismin yalnızca bir tek yönde görüntüsü elde edilir. Oysa, holografiden yararlanılarak oluşturulan görüntü, geniş bir açıdan gözlenir. Başını bir yandan öteki yana hareket ettiren gözlemci, *paralaks etkisi* ortaya çıkarır; yani gözlemcinin hareketinden ötürü, nesneler yer değiştiriyormuş gibi olur.

Holografi, 1947'de İngiliz bilim adamı Dennis Gabor tarafından öngörülmüş, ama tekniğin uygulama alanına konulması, ancak 1960'ların başında, özel bir ışık kaynağının (LAZER) bulunmasıyla gerçekleşmiştir.

Lazer ve tekrenkli ışık: Hologram, fotoğraf gibi duyarlı bir film üstüne basılır; ama iki işlem arasındaki farkın anlaşılması için, önce IŞIK'ın yapısını bilmek gerekir.

Görünür ışık, bir ELEKTROMAGNETİK IŞINIM biçimidir ve elektrik alan ile magnetik alan dalgaları halinde, boşlukta 300.000 km/san'lik bir hızla yayılır. Bu dalgaların art arda gelen iki tepe noktası arasındaki uzaklığa «dalgaboyu», belirli bir noktadan bir saniye içinde geçen tepe sayısına da DALGA HAREKETİ'nin frekansı denir. Dalganın frekansı ile dalgaboyunun çarpımı, dalganın yayılma doğrultusundaki hızını verir. Yukarda da belirtildiği gibi, bu hız değişmez olduğundan, frekans ne kadar büyürse, dalgaboyu o kadar küçülecektir.

Normal fotoğrafçılıkta kullanılan ışık, sözgelimi güneş ışığı ya da elektrik ışığı, geniş bir frekans aralığı içerir (morötesinden kızılaltına kadar). Beyaz ışık ise, bu aralıktaki farklı frekansların bir karışımı, yani bileşkesidir. Beyaz ışığın düzensiz yapısından ötürü, sahne derinliğiyle ilgili verileri kaydedebilmek ola-

naksızdır. Derinliği kaydetmek için, ışık kaynağı yalnızca bir tür frekanstan oluşmalıdır; yani ışık tekrenkli (monokromatik) olmalıdır. Ayrıca, bu tür dalgaların aynı fazda bulunması gerekir. Söz konusu özellikleri taşıyan ışık demeti, lazer aygıtlarından sağlanabilir.

Holografik kayıt: Lazer ışını oldukça düzenli olduğundan, yani tekrenkli özellik taşıdığından, böyle bir ışıkla aydınlatılan bir sahnenin derinliğine ilişkin ayrıntılar, holografik kayıt plakasına ulaşan dalgaların faz ilişkileri yardımıyla canlandırılabilir. Bir sahnenin geri planındaki bir noktasından gelen dalga, yakındaki bir noktadan gelen dalgaya göre «gecikir». Holograma, önde giden ve arkada kalan dalgalarla ilgili bilgi kaydedilir.

Söz konusu bilgileri kaydetmek için, *yansıyan ışın*daki faz ilişkilerini karşılaştırmaya yarayan, bir *karşılaştırma ışını*na gereksinim vardır. Bunu sağlamak için, lazer ışını ikiye ayrılır: Bir bölümü, yansıyıp geri dönmesi için cisme yöneltilir; öteki bölümüyse (karşılaştırma ışını), doğrudan kayıt plakasına gönderilir. Cisimden gelen ışın ile karşılaştırma ışını plaka üstünde buluştukları zaman, birbirlerini etkileyip, *girişim* oluştururlar.

İki dalganın tepe noktası aynı yere aynı anda ulaştığı zaman, enerjileri birbirine ekleneceğinden, ışık şiddetinde bir artma ya da bir genlik büyümesi ortaya çıkacaktır. Buna, «*yapıcı girişim*» denir. Aynı anda aynı noktaya bir dalganın tepe noktası gelirken, ikincisinin de en alt noktası ulaşıyorsa, o noktada ışık şiddeti azalır ya da tümüyle yok olur. Buna da «*yok edici girişim*» adı verilir. Bir noktaya gelen iki dalga aynı fazdaysa, yapıcı girişim, karşıt fazdaysa, yok edici girişim oluşur.

Holografik plakaya gelen dalgalar, zamana bağlı olarak değişir; ama plaka üstünde oluşturdukları genlik değişmez. *Duran dalga biçimleri* oluşur ve bunlar duyarlı fotoğraf filmi ya da plakalar üstüne kaydedilir. Kaydedilen bu biçimler, hem genlik hem de faz verileri içerir. Oysa normal fotoğrafta, filme ulaşan ışığın yalnızca genliği kaydedilmektedir.

Hologram: Banyo edilmiş holografik film ya da hologramdaki görüntü, kaydedilmiş cisme benzemez. Görüntüsü kaydedilen cisim düz bir yansıtıcı yüzeyse, girişim görüntüsü bir dizi karanlık ve aydınlık bant içerir. Oysa, bir cisim üstündeki bir tek noktadan yansıyan ışın, bir dizi eşmerkezli halkadan oluşur. Bir cisim ya da sahnenin hologramı çekildiğinde, pek çok noktadan yansıyan ışığın oluşturduğu eşmerkezli halkaların birbiri üstüne binmesi sonucu karmaşık bir görüntü ortaya çıkar.

Görüntünün aslının elde edilmesi: Çeşitli yolları varsa da, hologram, genellikle geçirgen bir film üstüne çekilir. Asıl sahnenin yeniden elde edilebilmesi için, bu geçirgen filmin, kayıtta kullanılan karşılaştırma ışınına benzer tekrenkli bir ışıkla yeniden aydınlatılması gerekir. Filmin öteki tarafından bakıldığında, aslının aynı bir görüntü elde edilir.

Yansıyan ışığı tam simgelemesi için, hologram fil-

Ön plandaki akrilik dişlinin holografi tekniğiyle fotoğrafının çekilmesi. (solda üstte) Lazer ışını ikiye ayrılarak, biri cisme yollanır, ikincisi de karşılaştırma ışını olarak kullanılır.

Bilgi saklama aygıtı olarak kullanılan bir hologram. (solda) Lazer ışını, hologramda kırınmaya uğrar; böylece, depolanmış bilgiler yeniden elde edilebilir.

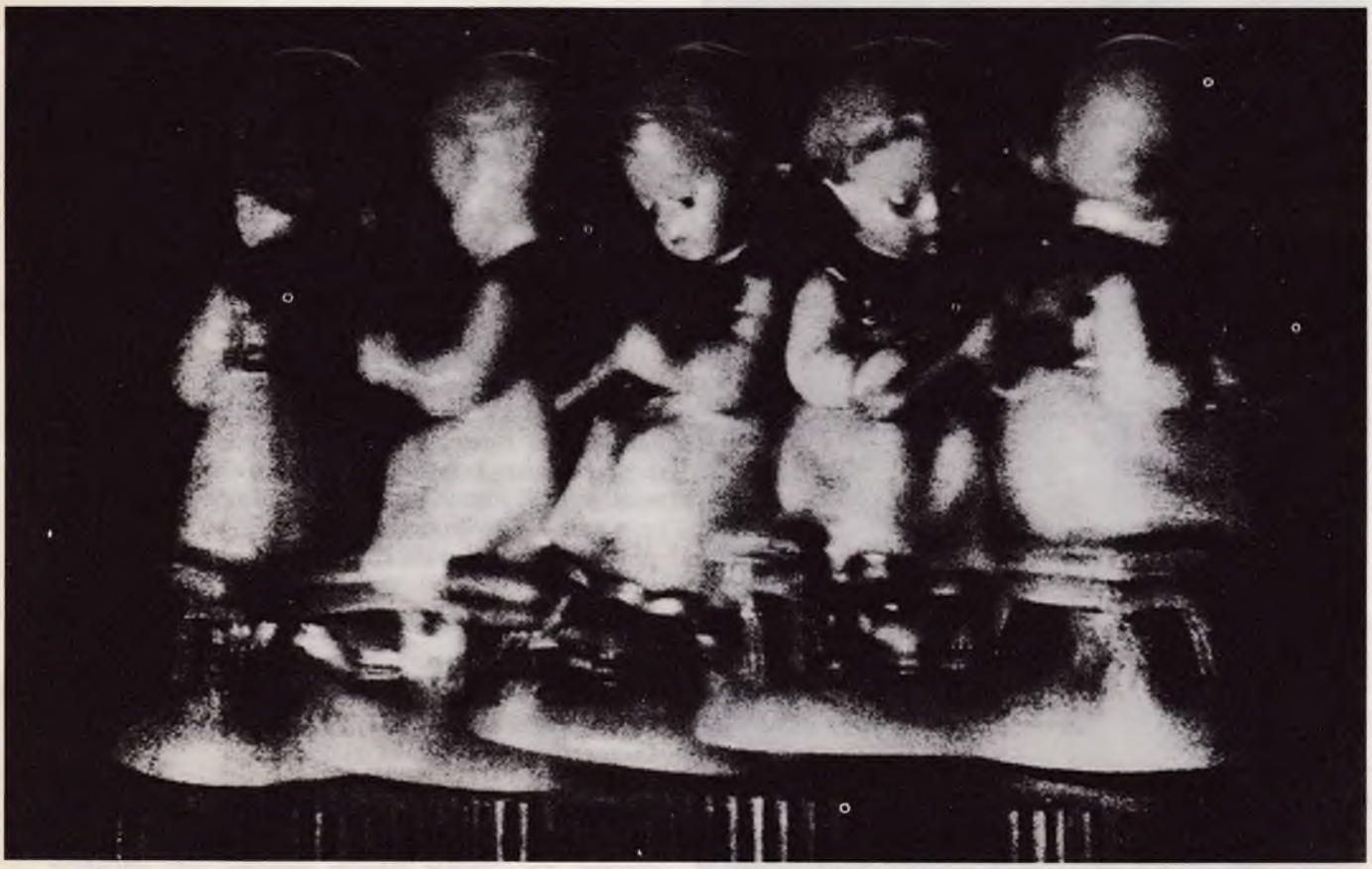
minden geçen lazer ışınının genlik ve fazı ayarlanabilir. Böylece, cismin gerçeğe benzer bir görüntüsü elde edilir. Bir gözlemci holograma baktığında, cismi, sanki hologramın arkasında duruyormuş gibi görür. Bu bir *zahiri görüntü*dür (görünen görüntü). Gözlemcinin baktığı tarafta ise, bir *gerçek görüntü* oluşur. Ne var ki, bu, odaklanmış bir görüntü olduğundan, gözle görülmez; odak bölgesine bir ekran yerleştirilirse, görünür hale dönüşür. Ekranın öne ya da arkaya kaydırılmasıyla, gerçek görüntünün farklı kesimleri odak noktasına düşürülebilir.

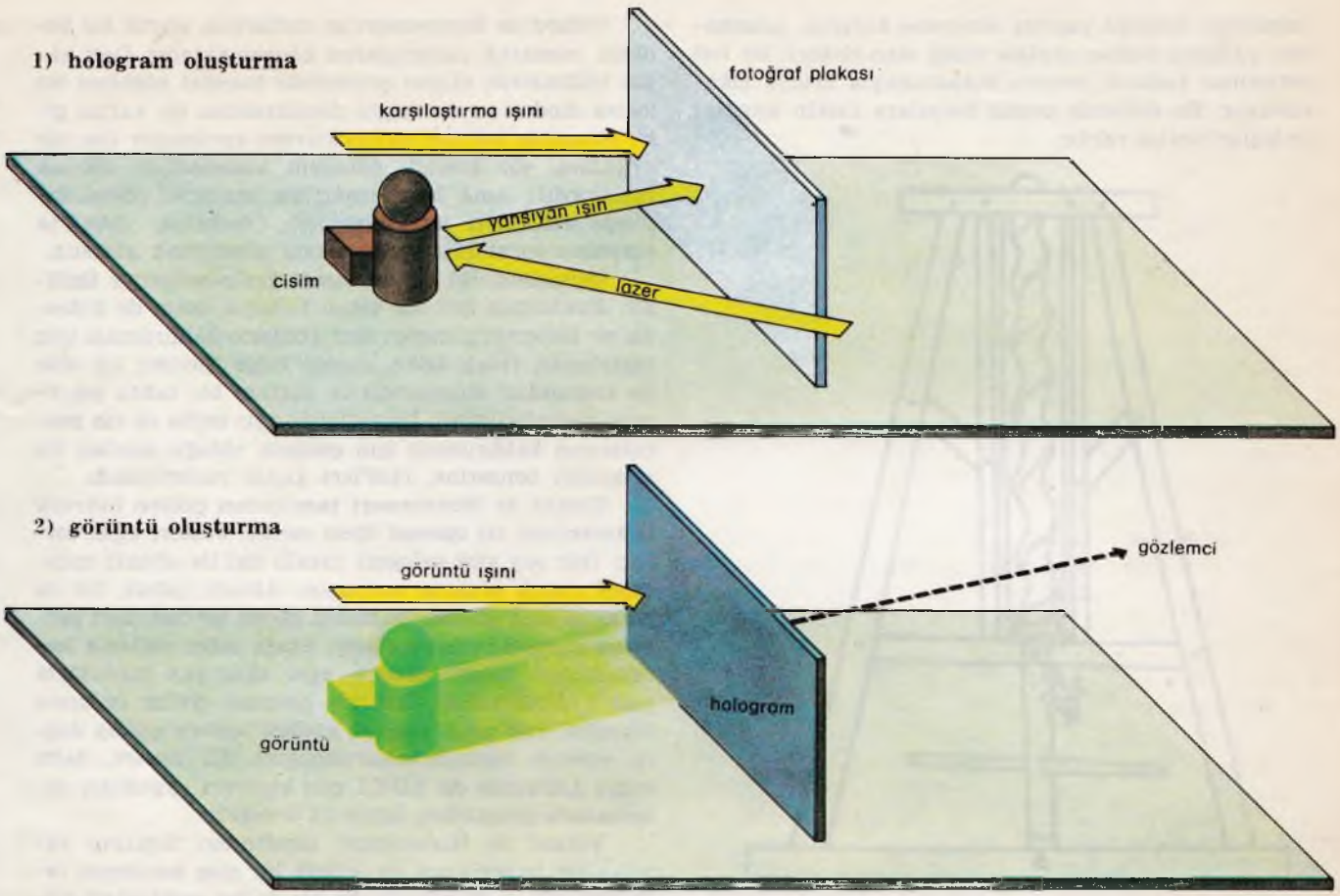
Renk özelliği frekansa bağlı olduğundan, bir tek lazer ışını kullanılarak elde edilen bir hologram, tekrenkli olur. Bununla birlikte, üç temel rengin (kırmızı, mavi, yeşil) frekansından ışık veren üç ayrı lazer kullanılarak, renkli görüntü de sağlanabilir.

Holografinin uygulama alanları: Hologramlar, çeşitli özelliklerinden ötürü, teknoloji ve mühendislikte önemli uygulama alanları bulmuştur. Sözgelimi, pek çok hologram, bir tek fotoğraf plakası üstüne kaydedilebilir. Bunun için, iki poz arasında, karşılaştırma ışınının yönü plakaya göre biraz değiştirilerek,üst üste binen girişim modellerinin birbirine karışmamasını sağlamak gerekir. Görüntünün aslına dönüştürülmesi için, hologram plakası, uygun doğrultularda lazer ışınıyla yeniden aydınlatılır. Birçok hologram içeren bir plakanın hareketsiz bir lazer ışını karşısında döndü-

Mavi ekranda görünen cisim, gerçek bir üç boyutlu görüntüdür. (üstte) Görüntü, mavi renkli lazer ışınının, hologram plakasıyla etkileşimi sonucu ortaya çıkmıştır ve yalın bir cam ekran gibi görünen hologramın arkasında yeralmaktadır.

Bir hologram üstünde, aynı cismin üst üste binmiş beş görüntüsü. (altta)





Hologram, bir cisimle ilgili üç boyutlu verilerin tümünü kaydeder. (üstte) Tekrenkli lazer ışını, iki demete ayrılır. Bunlardan biri, cisme gittikten sonra yansıyıp geri döner; öteki, doğrudan doğruya fotoğraf plakasına gelir. Banyosu tamamlanmış plaka, karşılaştırma ışınıyla aydınlatılırsa, cismin üç boyutlu görüntüsü elde edilir.

rülmesiyle, gözlemci, değişik konuları art arda görebilir. Çok sayıda veriyi bir tek plaka üstünde toplama olanağı vardır. Bu teknik, çeşitli BİLGİ SAKLAMA yöntemlerine uygulanabilir.

Holografinin başka bir uygulama alanında, bir ana cisim ile bunun kopyası arasındaki küçük farklılıklar ortaya konur. Kopyadan gelen yansımış ışın, doğrudan doğruya cismin aslının hologramı üstüne düşürülür. Öteki taraftan bakıldığında, asıl cisim ile kopyası arasında fark varsa, girişim çizgileri ortaya çıkar. Belli bir noktadaki herhangi bir girişim çizgisi, asıl cisim ile kopyası arasındaki büyüklük farkını, yarım dalgaboyu cinsinden belirler. Lazer ışınları kullanılarak 0,0003 mm'lik büyüklük farkları bile kolayca ortaya konulabilir.

Holografi oldukça yeni bir buluş olduğundan, uygulama alanları da sürekli olarak gelişmektedir. Holografi tekniği, hızla hareket eden cisimlerin keskin görüntülerinin elde edilmesinde ve KARAKTER TANIMA'da da kullanılmaktadır. Öte yandan, gerçek üç boyutlu sinema ve TELEVİZYON görüntüsü elde edilmesi için, çalışmalar sürdürülmektedir.

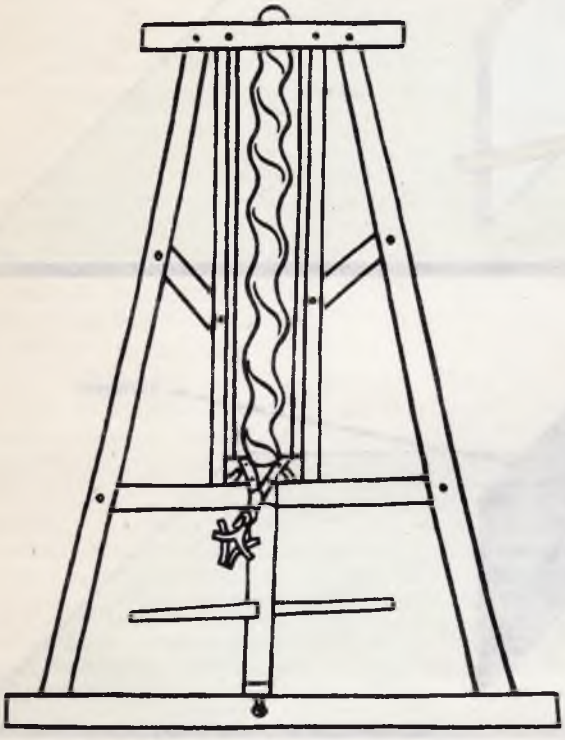
Sınırları: Holografide kullanılan tekrenkli ışık kaynağıyla görüntünün yeniden sağlanması sırasında, istenmeyen KIRINMA biçimleri oluşur. Bunların nedeni, havadaki ve cam malzeme üstündeki küçük toz tanecikleri ile cam-hava arakesit yüzeylerindeki küçük kabarcıklardır. Görüntüdeki bozucu etkilerden kurtulmak için, çok iyi cilalanmış malzeme kullanılabilir; ama bu etkilerin tümünü yok etmek olanaksızdır. Işık kırılmasından kurtulmanın bir yolu da, kırılmaları bütün görüntüye dağıtan bir teknik uygulamaktır.

Holografide ortaya çıkan başka bir sınır da, kaydedilecek sahnenin büyüklüğüyle ilgilidir. Geniş sahneleri çekmek için, daha büyük ve güçlü lazer aydınlatmasına gereksinim vardır.

HONNECOURT, VİLLARD DE (1180'e doğru - 1250)

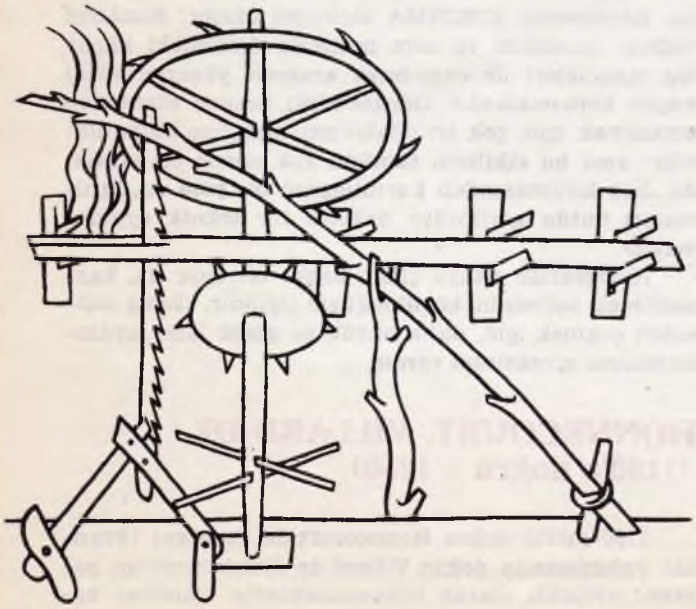
1180 yılına doğru Honnecourt'da Cambrai (Fransa) yakınlarında doğan Villard de Honnecourt'un yaşamı, ayrıntılı olarak bilinmemektedir. Cambrai ka-

tedralinin çizimini yapmış olmasına karşılık, çalışmaları, yalnızca birkaç sayfası eksik olan değerli bir not defterinin raslantı sonucu bulunmasıyla ortaya çıkarılmıştır. Bu defterde çeşitli buluşlara ilişkin kayıtlar ve kişisel notlar vardır.



Villard de Honnecourt'un mekanik krikosunun çizimi. (üstte) Bu, bilinen ilk krikodur.

Bir su çarkıyla işletilen bu testere, çalışan bütün bölümlerinin görülebilmesi için biraz karışık biçimde üstten gösterilmiştir. (altta)



Villard de Honnecourt'un defterinin büyük bir bölümü, mimarlık çalışmalarını kapsamaktadır. Geri kalan bölümlerse, ekseni çevresinde hareket edebilen bir melek modeli ya da başını döndürebilen bir kartal gibi, otomatik hareket çalışmalarına ayrılmıştır (bu tür aygıtlara, söz konusu dönemin kiliselerinde sık sık raslanırdı); ama Honnecourt'un, meleğin eksen üstünde dönüşüyle ilgili çizimleri, mekanik SAAT'te eşapman sorununu aşağı yukarı çözdüğünü gösterir.

Defterdeki iki çizim, inşaat malzemeleriyle ilgilidir. Bunlardan biri bir vidalı krikoyu, öteki de hidrolik bir testereyi gösterir. Ağır yüklerin kaldırılması için tasarlanan vidalı kriko, çapraz kolla işletilen bir vida ile somundan oluşuyordu ve sağlam bir tahta çerçeveye yerleştirilmişti. İnşaatlarda ağır tahta ve taş parçalarının kaldırılması için çizilmiş olduğu sanılan bu krikonun benzerine, 1480'lere kadar raslanılmadı.

Villard de Honnecourt tarafından çizilen hidrolik testereninse, iki işlevsel öğesi vardır. Testere ağzı, üstteki (bir yay gibi çalışan) çatallı dal ile alttaki menteşeli çubuk arasına asılmıştır. Alttaki çubuk, bir su çarkının ana şaftıyla harekete geçen bir dizi kam yardımıyla aşağı doğru zorlanır. Aşağı doğru zorlama hareketinden sonra, testere ağzı, ağaç yay yardımıyla yerine döndürülür. Üstünde çıkıntılı çiviler bulunan tekerlek, ana şafta, kesilen kütüğü testere ağzına doğru verecek biçimde tutturulmuştur. Bu testere, daha sonra Leonardo da VİNCİ gibi kişilerin yaptıkları çalışmalarla geliştirilen türün ilk örneğidir.

Villard de Honnecourt tarafından tasarımı yapılan bir başka aygıt da, küçük bir ateş kovasının taşınmasında kullanılabilecek bir yalpa çemberleri sistemidir. Bu çizimde, merkezde ateş kovasının yeraldığı, 6 ortak merkezli çember vardır. Taşıma kolu, en dıştaki halkaya tutturulmuştur. Çemberler birbirine, taşıma kolu hangi açıyla tutturulursa tutturulsun, ateş kovası dikey durumda kalacak biçimde eklenmiştir. Honnecourt'un bu aygıtı, kiliselerde çok kullanılan buhurdanlıklar için yaptığı sanılmaktadır. Yalpa çemberleri daha sonra, denizde düzgün kalabilmelerini sağlama amacıyla magnetik pusulalara da uygulanmıştır.

Villard de Honnecourt, askeri savunma sorunları üstünde de durmuştur. Notları arasında, taş fırlatan makinalara ya da mancınıklara ilişkin çizimler vardır (Bk. MANCINIK).

HOOKE, ROBERT (1635-1703)

Robert Hooke, Wight adasında (İngiltere) doğdu. Babası bir papazdı. Bir süre bir ressamın yanında çalıştıktan sonra, Westminster Okulu'na gitti. Daha sonra, Oxford'da, bir grup bilim adamıyla tanışarak, Robert BOYLE'un yardımcısı oldu. Önce, gelişmiş bir hava pompası yaptı. Ardından, sarkaç yerine yaylarla çalışan, saatler üstünde çalışmaya başladı.

1662'de Krallık Derneği'nin Deneyler Yöneticisi oldu. Görevi, haftalık toplantılara deneyler düzenlemekti. 1665'te Londra Gresham Koleji'nde geometri

Robert Hooke'un Micrographia adlı kitabından alınma. ısırgan otu yaprağının çizimi. (solda üstte) Çizimin altında aynı kitaptan alınma, yulaf tüyü çizimi ve yulaf tüyü kesiti görülmektedir. Hooke, yulaf tüyünü havanın nemini ölçmek için nemölçerinde kullanmıştı. (solda ortada) Tüy, nemli ortamda genişlemektedir.

Hooke çok yönlü bir bilim adamıydı. Çeşitli buluşlarından biri de «Üniversal Hooke eklemi»dir. (solda altta)

profesörü oldu. Yaşamının geri kalan bölümünü orada geçirdi.

En başarılı yapıtı, 1665'te yayınlanan *Micrographia*'dır. Bu, içinde çok güzel resimler bulunan ünlü bir mikroskopik araştırma kitabıdır. Kitapta, ilk kez bir at sineğinin, bir pirenin ayrıntılı yapıları gösterilmekte ve bir sineğin bileşik gözü incelenmekteydi.

Hooke'un ilgilendiği konular, gökbilimden yerbilime kadar uzanıyor, ışık ve yanma kuramlarını içeriyordu. Esnekliğin temel yasası hâlâ onun adını taşır (Bk. ESNEKLİK). Ayrıca gezegenlerin hareketlerinin açıklanmasına da önemli katkıları olmuştur. Gezegen yörüngelerinin, Güneş'in çekim kuvveti ile bir doğru boyunca eylemsizliklerinin bileşkesinden oluştuğunu ve bu çekim kuvvetinin uzaklık artıkça azaldığını açıklamıştır. Ne var ki, Hooke'un matematiksel açıdan kanıtlayamadığı bu kuramı, daha sonra İsaac NEWTON ortaya koymuştur.

HOPARLÖR

1920'lerde, elektrikle ses dalgalarının kaydedilip yayınlanmasına olanak sağlayan buluşlar yapıldı. Daha da eskiye dayanan gramofon ise, yalın mekanik ilkelerle işliyordu. Gramofon, plak üstünde yol alan iğnenin mekanik titreşimlerini, aygıta takılı bir boruya iletiyor, bu da sesleri doğrudan yayınlıyordu. Daha sonraları, elektrik kuramları, akustik (ses bilimi) kuramlarıyla birleştirildi ve «*transdüktör*» adı verilen pikap kafaları yapıldı. Bunlar, enerjiyi bir biçimden başkasına dönüştürüyorlardı; yani, iğnenin küçük mekanik hareketleri, bir elektrik sinyaline dönüşüyordu. Söz konusu elektrik sinyalleri YÜKSELTİCİ'lerle kuvvetlendirilebiliyor, ama akustik bir boruya verilemiyordu. Elektrik sinyalinin yeniden ses dalgasına dönüştürülmesi gerekiyordu. Bu gereksinime yanıt verme amacıyla, hoparlör geliştirildi.

İlk «borusuz» hoparlörler, 1924-1925 yıllarında ortaya çıkmıştır. C. W. Rice ve E. W. Kellogg tarafından yapılan çalışmalar, bu yeni aygıtın gelişmesini sağladı. Rice ve Kellogg'un ortaya attığı sistem, günümüzde de önemli bir değişikliğe uğramamıştır. Son elli yılın deneyimi, aynı yapım kolaylığını, verimini ve niteliğini verebilecek başka bir seçeneğin bulunmadığını göstermiştir.

Hareketli bobinli hoparlör, daire ya da elips biçi-

Sesli sinemanın ilk örneklerinde kullanılan bir film göstericisi ve gramofon. (üstte) Borunun altındaki aygıt, gramofondur. İğnenin mekanik titreşimleri, boru tarafından yükseltilirdi. Bundan daha geniş borular da yapılmıştır. Elektrikli sistemlerin bulunması da, ses niteliği ve frekans aralıklarında hızlı gelişmelere yolaçmıştır (film ses kayıtları, hoparlörlerden sonra geliştirilmiştir).

minde hafif bir diyaframdan oluşur. Diyafram, hem ortası, hem de kenarları boyunca sıralanan yaylarla, metal bir çerçeveye asılıdır. Diyaframın ortasında sıkıca bağlı silindir biçimli bir çekirdek, bunun üstüne sarılı, «*ses bobini*» denilen bir bobin bulunur. Çekirdek ve bobin, bir mıknatısın kutupları arasına yerleştirilmiştir. İlk hoparlörlerde, bir yükselticiden alınan doğru akımla çalışan elektromıknatıslar kullanılıyordu; ama günümüzde, yumuşak demirden kalıcı mıknatıslar ya da seramik maddeler kullanılmaktadır. Bobine bir sinyal geldiğinde, ELEKTROMAGNETİZMA kurallarına göre bir kuvvet oluşur. Bobin, magnetik bir alanda akım taşıyan bir iletkendir ve diyaframa sıkıca bağlı olduğundan hareket sağlar. Diyaframın hareketi, elektrik sinyalindeki değişikliklere uyar ve havaya ses dalgaları yayar. Bu tür hoparlörler, borululardan çok üstündür. Günümüzde, daha yüksek bir ses istendiğinde yalnızca sinyalin şiddetinin artırılması yeterken, eskiden, bu iş için daha büyük boruların yapılması gerekiyordu.

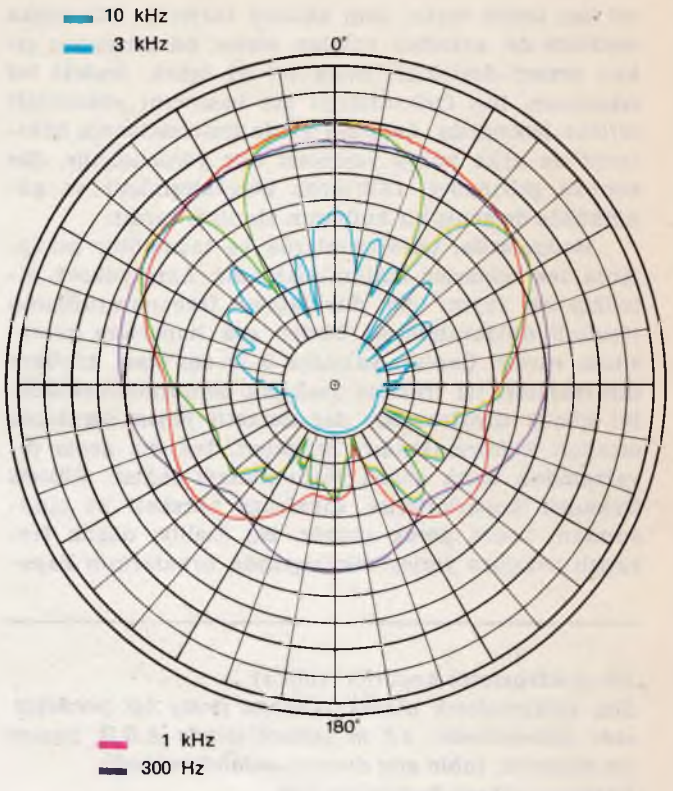
Bokslar: Duyulabilen frekans aralığı, 30-16 000 Hz arasında değişir. İlk diyaframlı hoparlörlerin yapımından önce de, bu kadar geniş bir frekans aralı-

Yüksek nitelikli bir hoparlör. (altta) Bu, 100 m³'lük bir oda için 15-25 W güç çeken, 50 Hz-30 kHz arasında yayın yapabilen iki yönlü bir sistemdir.

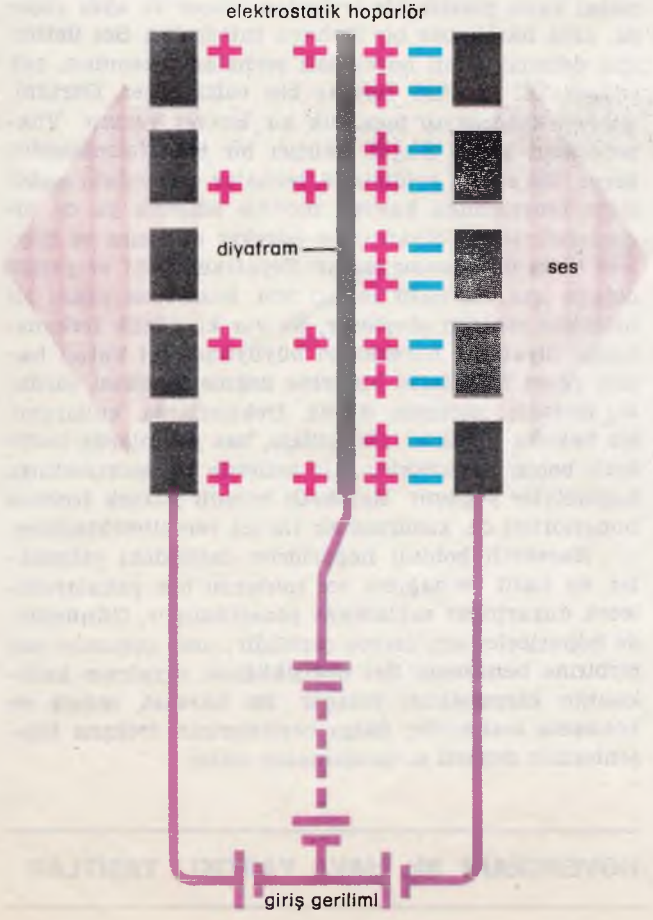
Yüksek frekans hoparlörünün keçe içine sarıldığı bir eşeksenli sistem. (altta)

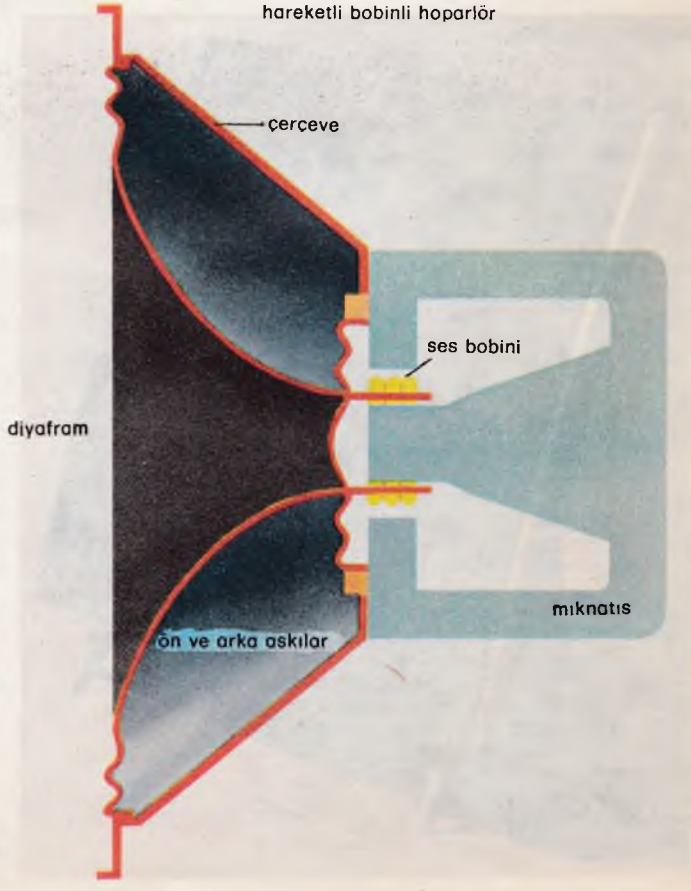
ğının yayılmasında bazı sorunların ortaya çıkacağı bilinmekteydi. İlk sorun, diyaframın arka yüzünden yayılabilecek sesin yalıtılmasıdır. Bu yapılmazsa, düşük frekanslarda, iki yüzeyden çıkan sesler, birbirlerini etkisiz duruma getirirler. İkinci sorun, yüksek frekanslarda seslerin çevreye dağılmayıp, dar bir demet halinde yoğunlaşmasıdır. Bu etki, büyük çaplı diyaframlarda daha belirgindir. Düşük ya da bas frekanslarda, yayını kuvvetlendirmek için, hoparlörler, «boks» adı verilen kutulara takılır. Bokslar, birkaç yüz Hz'in altındaki frekanslarda etkilidir.

Günümüzde hoparlörler, genellikle diyaframın arka yüzünden ses yayılmasını önlemek için, ses geçirmeyen maddelerle kaplı bokslar içine yerleştirilmektedir. Bunlar daha az verimli olan, yani yükselticiden daha çok akım çeken, ama küçük bir bokstan bile gü-



Çizimde (sağda), bir hoparlörden çıkan ses basıncının yayılması görülmektedir. Düşük frekanslarda ses pek dağılmaz; ama yüksek frekanslarda, sınırlayıcı etkiler, eşit olmayan dağılmalara yolaçar.
Elektrostatik hoparlörler (altta solda), diyaframı elektrostatik kuvvetlerle hareket ettirirler; ama elektromagnetik türlerde, bobin ve mıknatıs arasındaki elektromagnetik kuvvetlerle hareket ederler. (altta sağda)





zel bas sesler veren, asılı akustik türlerdir. Bir başka modelde de, arkadan yayılan sesler, ön yüzeyden çıkan sesleri destekler. Buna en iyi örnek, öndeki bir çıkıntının, bas frekanslarda ses basıncını yükselttiği *refleks boks*lardır. *Labirent* ya da *transmisyonlu* bokslarda da arka yüzey yayınları öne yönlendirilir. Söz konusu gelişmeler, 1930'larda gerçekleşmiştir ve günümüzde de geniş bir kullanım alanları vardır.

Radyolarda, televizyonlarda ve taşınabilir pikaplarda tek hoparlör kullanılmaktadır. Ama yüksek nitelikte ses yayını için, duyulabilen frekans aralığının tümünü doldurabilecek, birden çok hoparlöre gereksinim vardır. Çapları yalnızca 5-10 cm olan, küçükce diyaframlar, tiz frekans aralığını doldurabilmektedir. Bu küçük diyaframlar, dar demetli yayın sorununu ortadan kaldırmaktadır. Biçimleri, tek bir geniş diyaframdan daha doğru yanıt almayı sağlar. Yüksek frekanslı hoparlörlerde, diyafram hareketi az olduğundan, boksa gerek yoktur. Bu özellik, düşük frekanslı bokslara yerleştirildiklerinde, arkalarının kapatılmasına olanak sağlar.

Nitelikli modern hoparlörlerde, 30-500 Hz'lik aralığı dolduran 25 cm çaplı bir bas, 500-4 000 Hz arasında çalışan 15 cm çaplı orta düzeyde bir hoparlör ve yüksek frekanslar için küçük bir tiz hoparlör birimi bulunur. Hoparlörler, ses tayfını uygun bölümlere ayıran bir elektrik filtre devresinden güç alırlar. Sistemden ayrı ayrı sesler yerine, tek bir ses çıkmasına özen gösterilir. Modern hoparlörlerin çoğunda, koni biçiminden daha sağlam olan ve daha iyi ses veren, kubbe diyaframlı yüksek frekans hoparlörleri kullanılmaktadır. Bu diyaframlar, koni biçimlilerden daha duyarlı yanıt verirler. Yüksek frekans hoparlörünün önüne, verimi artırmak için bazen, akustik boynuzlar yerleştirilir. Aynı parça, özel bokslu bas hoparlörlere de takılır.

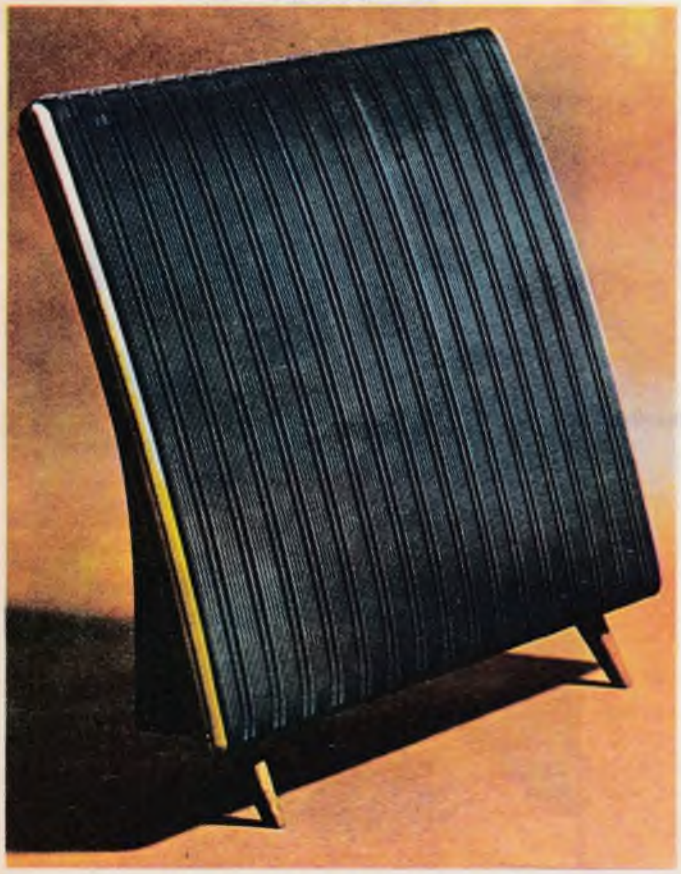
Başka çeşitler: 1950 yıllarında başka tür hoparlörler de geliştirilmiştir.

Yüksek frekans yayınlarında kullanılan şeritli hoparlörde, 9 mm çapında, 5-10 cm uzunluğunda, hafif bir metal şerit ve magnetik bir alan kullanılır. Şerit, hem ses bobini, hem de yayıcı görevi yapar; ama küçük olduğundan, verimini artırmak için, sisteme genellikle bir akustik boynuz eklenir. Şerit diyaframda biriken enerji çok az olduğu için, küçük kütle, en hafif sesleri bile duyarlıkla yeniden oluşturabilir.

Elektrostatik hoparlörler de çok kullanışlıdır. Bunlarda, diyafram hafif, gergin bir metaldan ya da metal kaplı plastik bir levhadan oluşur ve aynı yapıda, ama hareketsiz bir levhaya tutturulur. Ses iletimi için delinmiş olan hareketsiz levhalar arasından, çok yüksek DC gerilimi (birkaç bin volt) geçer. Gerilim, sistemi kutuplayıp mekanik bir kuvvet yaratır. Yükselticiden gelen sinyal, yalıtıcı bir transformatörden geçer. Bir sinyal geldiğinde, levhalar arasındaki elektriğin oluşturduğu kuvvet, modüle edilerek ya da biçimlendirilerek, diyaframın hareket etmesini ve böylece sesin oluşmasını sağlar. Diyafram hafif ve gergin olduğu için, en hafif sesleri bile, kusursuza yakın bir nitelikte yeniden oluşturur. Ne var ki, düşük frekanslarda, diyafram hareketleri büyüyünce iki kutup haline gelen levhaların birbirine değme tehlikesi vardır. Bu nedenle, sistemin, düşük frekanslarda kullanımı, bir bakıma kısıtlıdır. Genellikle, bas yayınlarda hareketli bobin hoparlörleri, tiz seslerde ise elektrostatik hoparlörler yeğlenir. Hareketli bobinli yüksek frekans hoparlörleri de, kusursuz bir tiz ses verebilmektedirler.

Hareketli bobinli hoparlörler üstündeki çalışmalar, en hafif ve dağınık ses tonlarını bile yakalayabilecek duyarlıklar sağlamaya yöneltilmiştir. Günümüzde hoparlörler son derece çeşitlidir; ama çoğunun sesi birbirine benzemez. Ses değişikliğine, diyafram hareketinin karmaşıklığı yolaçar. Bu hareket, müzik ve konuşma seslerinde, dalga cephelerinin frekans bileşenlerinin duyarlı zamanlamasını önler.

Bir elektrostatik hoparlör. (altta)
Ses, elektrostatik olarak titreşen geniş bir perdeyle elde edilmektedir. 1,2 m yüksekliğinde A.B.D. yapımı bir hoparlör, tablo gibi duvara asılabilmektedir. Yalnızca yüksek frekanslar için kullanılan daha küçük modeller de vardır.



HOVERKRAFT Bk. HAVA YASTIKLI TAŞITLAR

HUYGENS, CHRİSTİAAN (1629-1695)

La Haye'de (Hollanda) doğan Christiaan Huygens, kültürlü bir çevrede yetişti. Ozan ve bilim adamı olan babası Constantijn Huygens, oğlunun dil, edebiyat, matematik ve müzik alanlarında iyi bir eğitim alması için özen gösterdi. Fransız düşünürü René Descartes, Huygens ailesinin dostlarındandı. Christiaan Huygens, Descartes'ın, evrenin değişik büyüklükte maddelerle dolu olduğu ve her doğal olayın birbirini etkileyen taneciklerden kaynaklanması gerektiğini öne süren «mekanistik» doğa felsefesinden etkilendi. Ölünceye kadar Descartes felsefesine bağlı kaldı.

İki yıl Leiden Üniversitesi'nde, iki yıl da Breda Üniversitesi'nde öğrenim gören Huygens, baba evine dönüp kendisini doğa çalışmalarına adadı. Yurt dışına yaptığı geziler dışında, 1666'ya kadar La Haye'de kaldı. Bu süre içinde matematik, gökbilim, optik, mekanik dallarında birçok buluş yaptı. Kısa zamanda Avrupa'nın sayılı bilim adamları arasına girdi. 1666'da Paris'te yeni kurulan Krallık Bilim Akademisi'nin önde gelen üyelerinden biri oldu. 1681'e kadar Paris'te kaldı.

1656'da Huygens, sarkaç ilkesini saatlere uyarladı. 1658'de *Horologium* adlı yapıtında sarkaçlı saati açıkladı, ama bu konudaki araştırmalarını kesmedi. Daire yayı çizen sarkaç hareketinin salınım süresinin düzenli olduğunu, bir sarkacın uzunluğu ile peryodu arasındaki temel bağıntıyı buldu. 1673'te yayınlanan *Horologium Oscillatorium*'da, bu araştırmaların yanı sıra, *merkezkaç kuvvetin* hesaplanmasını ve sarkaç yardımıyla düşen bir cismin yerçekimiyle hızlandırılması için gerekli ivme değerini *(g)* açıkladı.

Kendi kendine mercek yontmasını öğrenen Huygens, TELESKOP'u da geliştirmeye çalıştı. 1655'te teleskopu, Satürn'ün bir uydusunu (daha sonraları *Titan* adı verilmiştir) bulmasını sağlayacak kadar ileri düzeye ulaştırdı. Kısa bir süre sonra, gezegenin garip görüntüsünün nedenini de çözdü. Elde ettiği sonuçları 1659'da, *Systema Saturnium*'da açıkladı: Satürn, gezegene bağlı olmayan bir halkayla çevriliydi. Ayrıca, Mars'ın dönme süresini, ilk olarak belirledi.

Teleskop üstündeki çalışmalarını sürdüren Huygens, ilkel merceklerin ortaya koyduğu optik sorunları en aza indirme amacıyla, teleskop boylarını uzatmakla işe başladı ve bir boruyla birbirine bağlı olmayan objektif ve gözmerceğinden oluşan alan teleskopunu yaptı.

Optik sistemler ve ışığın yapısı üstüne araştırmalar da yapan Huygens, 1660 yıllarında kullanılan ve renksemez olmayan merceklerin neden olduğu renk saçaklarını en aza indiren bir birleşik gözmerceği yaptı («Huygens gözmerceği» teleskoplarda hâlâ kullanılmaktadır). 1670 dolaylarında, NEWTON'un beyaz ışığın birleşik yapısına ilişkin kuramına (ışığın boşlukta yol alan tanecikli bir yapı oluşturduğunu öne süren kuram) karşı çıkarak, dalga kuramını ortaya attı. Işığın, esnek taneciklerden oluşan hava (ESİR) içinde belirli bir hızla giden düzensiz şok dalgaları dizisi olduğunu öne sürdü. Bu kurama göre ışık, Newton'un kuramında olduğu gibi taneciklerin geçişiyle değil, sürekli ve düzensiz aralıklarla yeralan taneciklerin geçirdiği bir hareketle yol alır. Her tanecik, basıncı, basınç yönünde ona dokunan bütün taneciklere iletir; bu yeni basınç kaynağı, yeni bir yarıkürelik dalga cephesinin çıkış noktası olarak düşünülebilir. Işığın yolundaki bütün yönlerde, dalga cephesinin toplam etkisi algılanabilir. Huygens bu ilkeyi, 1690'da, *Traité de la Lumière* adlı yapıtında yayınlamıştır.

Huygens, 1655-1687 yılları arasında (Newton'un *Principia*'sının yazıldığı yıl) Avrupa'nın önde gelen bilim adamlarından biriyken, XVIII. yüzyılda unutuldu. Matematiksel çözümleri, Newton ve Leibniz'in çözümleri tarafından gölgede bırakıldı. Dalga kuramı da, Newton yasalarının kabul edilmesiyle unutuldu. Ama XIX. yüzyılda, YOUNG ve FRESNEL'in çalışmalarıyla ışığın dalga kuramı yeniden canlandı.

XX. yüzyıldan önceki dönemde, saatlerdeki en önemli gelişme olan Huygens sarkacı. (solda) Huygens, sarkaçların fiziğini, merkezkaç kuvvetini incelemiş, teleskoplar üstünde ve ışığın dalga kuramı üstünde çalışmış, çalışmalarını 1658'de yayınlamıştır.

Christiaan Huygens. (altta)

ISI Bk. ISIÖLÇÜMÜ VE ISI

ISI DEĞİŞTİRİCİSİ

Isı değiştiricisi (ya da eşanjör), ısının, sıcak akışkandan (gaz ya da sıvı) soğuk akışkana, iki akışın birbirine karıştırılmadan aktarılmasına yarayan bir aygıttır. Isı değiştiricisinin en iyi bilinen örneği, otomobil radyatörüdür. Otomobillerde, soğuk havanın radyatör yüzeyinden geçirilmesiyle soğuyan su, otomobilin motor sıcaklığıyla yeniden ısınır.

Mühendislik ilkeleri: Bir enerji biçimi olan ısı, jul'le (joule) ölçülür ve sıcak bir cisimden soğuk bir cisme aktarılan enerji miktarını belirtir. *Enerji geçişi* (ya da ısı geçişi), sıcaklık farkından doğar ve her zaman sıcak cisimden soğuk olana doğru gerçekleşir. Bu süreç içinde, daha sıcak olan cismin sıcaklığı, enerji verdiği için düşerken, soğuk olanın sıcaklığında artış görülür. Bu artış, iki cisim arasında, ısı geçişine yolaçan sıcaklık farkı ortadan kalkıncaya kadar sürer.

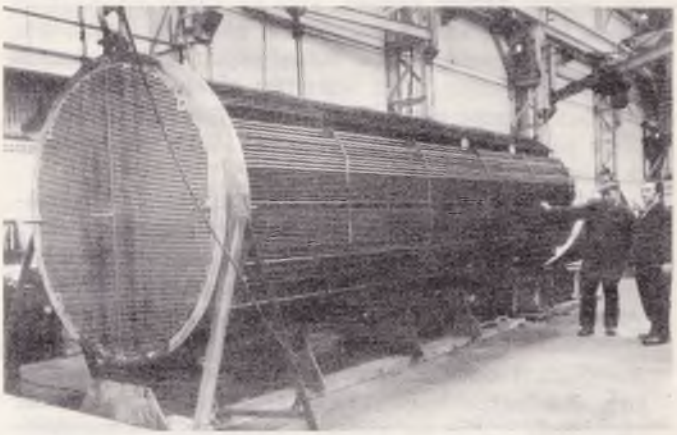
Sıcak akışkandan soğuk akışkana ısı geçişini elden geldiğince artırmak için, ısı değiştiricisi kullanılır. Isı geçişinin en yüksek dereceye ulaştırılması amacıyla yapılan bu aygıtın tasarımında, iki önemli etmen vardır: İki akışkanın *etkileşim yüzeyi;* aralarındaki sıcaklık farkı. Sıcaklık farkı, yürütülen işin doğası tarafından belirlendiğinden, ısı değiştiricisinin tasarımı, bu etmen üstünde etkili olamaz. Bu yüzden, en verimli ısı geçişi elde etmek için, geniş bir temas yüzeyi sağlamak gerekir.

Havayla soğutulan motosiklet motorunun silindiri üstündeki kanatçıklar, istenmeyen ısıyı atmak için geniş alanlı bir yüzey sağlar. Elektronik devrelerde, çalışır durumdaki yüksek güç transistörleri, soğuk tutulmaları amacıyla kanatcıklı ısı banyolarının içine oturtulurlar. Her iki örnekte de, iki akışkan arasında bir ısı alışverişinden çok, ısının atılması söz konusudur. Ancak, temel tasarım öğesi, geniş bir yüzey sağlamaktır.

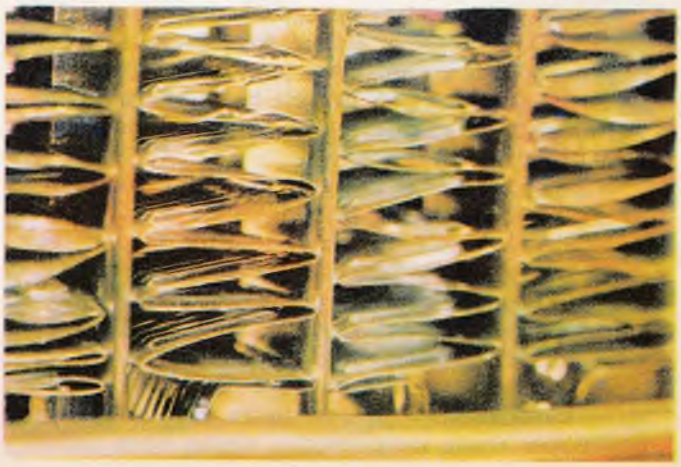
Çift borulu ısı değiştiricisi: Bu aygıt, büyük bir borunun içine yerleştirilmiş, eşmerkezli ikinci bir borudan oluşur. Sözgelimi, bir motordan çıkan yağlama yağı gibi sıcak bir akışkandan, su gibi soğuk bir akışkana ısı aktarmak için, akışkanlardan biri, içteki borunun içinden, öteki de iki boru arasında kalan boşluktan geçirilir. İki akışkan arasında sıcaklık farkı olduğundan, bunları ayıran içteki borudan ısı geçişi sağlanır. Buradaki yağ soğutucusu örneğinde, yüksek yağ basıncına dış borudan daha iyi dayanabilecek olan içteki borudan geçirilir. Ama ısı değiştiricilerinde, sıcak akışkan iki borudan da geçirilebilir.

Paralel ve ters akışlı türler: Çift borulu ısı değiştiricisine, iki akışkan aynı yöne akıyorsa «*paralel akışlı*», ters yönlerde akıyorlarsa, «*ters akışlı*» adı verilir. Ters akışlı ısı değiştiricileri daha etkilidir ve büyük oranda ısı geçişinin gerekli olduğu yerlerde kullanılmaları uygun olur.

Ters akışlı ısı değiştiricisini açıklamak için, 90°C'taki bir yağ ile 10°C'taki su ele alınabilir. Burada gerçekleşebilecek en büyük ısı geçişi, yağın 10°C'a düş-



Bir kimya işletmesinde kullanılan büyük bir kabuk-boru türü ısı değiştiricisinin kuruluşu. (üstte) Boru demeti, 20 cm'lik bir levhaya kaynaklanmış U biçimindeki 1 618 paslanmaz çelik borudan oluşur. Bunların tümü silindir biçimli bir kabın (kabuk) içine yerleştirilecek ve bir akışkan kabuğun içinden, öteki de borulardan geçirilecektir. Otomobil soğutma sisteminde, alüminyumdan yapılmış ısı değiştiricisi. (altta)



mesi ya da su sıcaklığının 90°C'a çıkmasıdır. İki akış hızının birbirine oranı, bunların hangisinin gerçekleşebileceğini belirler. Suyun akış hızı yağdan çok yüksekse, yağdaki sıcaklık düşmesi, suyun sıcaklığının yükselmesinden daha az olacaktır.

Paralel akışlı ısı değiştiricisinde, iki akışkan aynı uçtan çıkar. Belirli bir ısı geçiş miktarı verildiğinde, ters akışlıda olduğu gibi, sıcak akışkan soğuyacak, soğuk olan ise ısınacaktır. Ama bu değiştiricide ulaşılabilecek en iyi nokta, iki akışkanın da *aynı* sıcaklıkta çıkmasıdır. Bu sıcaklık, iki akış hızına bağlı olarak, akışkanların sıcaklıkları arasında bir değer olacaktır.

Başka türleri: Çift borulu ısı değiştiricileri, bu aygıtların en yalın türüdür. Ama bunlar, yalnızca içteki borunun yüzey alanı tarafından belirlendiği için, etkileşime açık yüzeyde yapılacak geliştirmelere pek olanak vermezler. Daha geniş yüzeyler için, daha karmaşık tasarımlar gereklidir.

Karmaşık tasarımlardan biri, silindir biçimli kaplama ya da kabuğun iki düz ucundan geçen birbirine paralel borular demetinden oluşan, *kabuk-boru* türü ısı değiştiricisidir. Bir akışkan boruların içinde akarken, öteki de kabuğun içinden geçirilir. Bu aygıt, kimya endüstrisinde çok kullanılır.

Sandviç biçimli çok katlı *levha* tipi ısı değiştiricisi de önemli bir türdür. Bu türde, sıcak ve soğuk akışkanlar, birbiri ardınca sıralanan tabakalar arasından akarlar. Bazı otomobil ısıtıcıları bu yolla yapılmışlardır ve otomobilin soğutma sisteminden gelen sıcak suyu kullanırlar.

ISIL İŞLEM

Isıl işlem terimi, yüksek sıcaklıklardaki bir dizi işlemi kapsar. Bu yolla METAL ve ALAŞIM'ların özellikleri, kolayca işlenmelerini ve kullanıma elverişli biçime getirilmelerini sağlayacak yönde değiştirilir. Birçok metal parçanın yapımında, madde, en az bir kez ışıl işlem aşamasından geçirildiği için, bu süreç, çağdaş endüstri ve teknolojinin önemli bir bölümünü oluşturur.

Metalde atomlar, «*kafes*» adı verilen düzgün bir yapı içinde bulunurlar. Mikroskopla incelenen bir alaşımın yapısı genellikle iki ya da daha çok sayıda *fazdan*, yani kafes türleri farklı bölümlerden oluşur. Isıl işlem ilke olarak, bu *mikroyapının*, bir maddenin bütün özelliklerini değiştirme amacıyla, denetim altında ısıtılıp soğutulmasıyla değiştirilebilmesi gerçeğine dayanır. Mikroyapı, maddenin sertliği, mukavemeti, tokluğu, sünekliği ve işlenebilirliği gibi özelliklerini belirler. Elektrik ve magnetik özellikler ile korozyon nitelikler de, doğrudan doğruya yapıya bağlıdır.

Isıl işlemde, elde edilen yapıyı belirleyen ve bu yüzden de denetlenmesi gereken en önemli etmenler, maddenin bileşimi, ısıtma hızı, işlem sıcaklığı, işlem süresi, soğutma hızı ve işlem ortamıdır. Aşağı yukarı bütün ısıl işlemler, özel olarak yapılan fırınlarda gerçekleştirilir. Fırınlar, işleme sokulan maddenin geçirildiği farklı sıcaklık bölgelerini içeren, sürekli ya da yığımlı tipte olabilir. Soğutma, fırının ya içinde ya da dışında yapılır.

Demirli maddeler: Kimyasal bileşimleri ve özellikleri çok geniş bir alana yayıldığı için ÇELİK, ısıl işlem açısından en önemli alaşımdır ve uygulanan süreçler başlıca üç grupta toplanabilir. *Tavlama; sertleştirme; yüzey sertleştirme.*

Tavlama: Tavlama, daha sonraki aşamalarda işlenebilir olmasını sağlamak için, çeliğin yumuşatılmasını amaçlayan süreçlerin tümünü kapsar. Ancak, uygulanan işlemler, çeliğin bileşimini homojen biçime getirdiği gibi, tane boyutlarını da küçültür ve işlenme sırasında oluşabilecek gerilmeleri giderir. Dövme ya da dökme çelik levha, şerit ve tel gibi parçalar, genellikle bir tavlama işleminden geçirilir.

% 0,85'e kadar karbon içeren çeliğin *tam tavlanması*, yapıyı bütünüyle *ostenite* dönüştürebilmek için, Ac_3 sıcaklığının üstündeki sıcaklıklara çıkaracak ısı uygulanarak gerçekleştirilir. Ostenit, demirin, içinde % 1,7 oranında karbon bulunan yüksek sıcaklıklardaki kafes biçimidir. Fırında yavaş soğutmayla ostenit, demirin düşük sıcaklıklardaki bir kafes biçimi olan *ferrit* ile kaba *perlit* karışımına dönüşür. Perlit, ferrit ve *sementit*in (demir karbür) tabakalı bir karışımıdır. Bu yapı, düşük ve orta karbonlu çeliklerin istenen biçimde işlenebilmesini sağlar. Daha yüksek karbonlu ve alaşımlı çelikler, Ac_1'in altındaki sıcaklıklarda uzun süreli *eşitleme* (bekletme) işlemiyle *sferolaştırma tavlamasına* sokulurlar. Bu durumda ostenit oluşmaz; *sferolaştırılmış* parçalar biçiminde sementit taşıyan bir ferrit yapısı ortaya çıkar. Bu da, tam tavlama sonucu ortaya çıkan yapıya oranla, daha kolay işlenebilir bir yapıdır. *Eşısıl (çevrimsel) tavlama*, tam tavlamadakine çok benzeyen bir yapı oluşturur; ama ortaya çıkan perlit üstünde daha büyük bir denetim sağlar ve ostenit oluşturma sıcaklığından başlayarak gerçekleştirilen soğutma işleminin kalktığı daha kısa çevrimlerle iş görür. Burada da çelik Ac_3 sıcaklığının üstünde ısıtılır. Ancak, hızla bir ara sıcaklığa (600-700°C) düşürülür (ve dönüşüm tamamlanıncaya kadar bu sıcaklıkta tutulur).

Düşük karbonlu çelik levhalar ve şeritler gibi soğuk çekilen maddeler, çekme derecesi arttıkça daha da sertleşirler. Etkili bir işlemde bunlar tavlanarak, biçim değiştiren tanelerin yeni ve biçim değiştirmemiş tanelerle yer değiştirmesi (yeniden billurlaşma) sağlanır. Bu, Ac_1 sıcaklığının hemen altında yürütülen *süreç-ara aşama tavlamasının* ilkesidir.

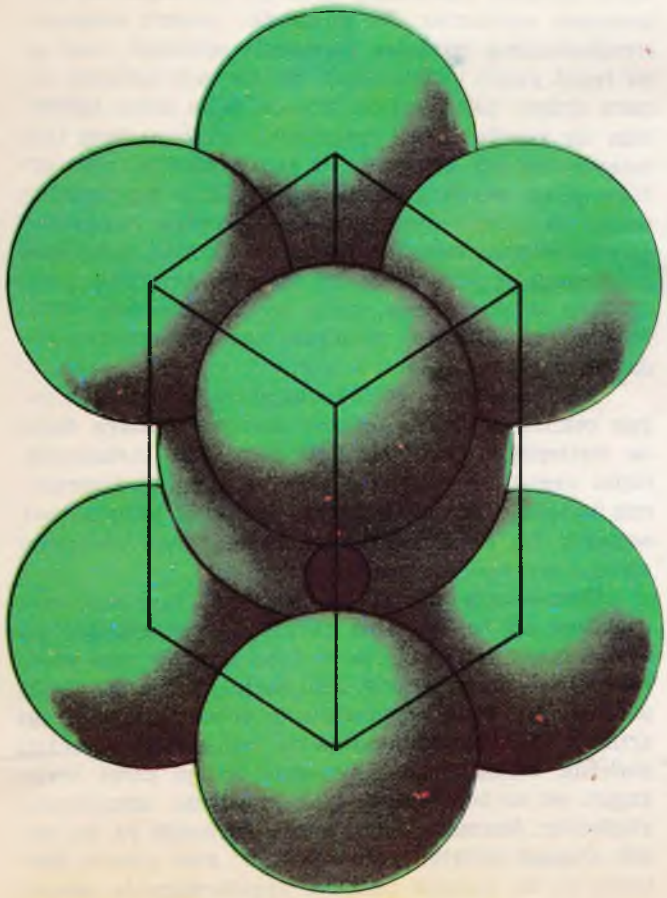
*Normalizasyon*un ısıtma koşulları, tam tavlamanınkilere çok benzer; ama havayla gerçekleştirilen soğutma biraz daha hızlıdır ve daha ince bir yapı verir. Normalizasyon genellikle, dişli boşluklarının dövülmüş parçalarının tane boyutlarını inceltme, işlenebilirliği artırma ve işlenmeden sonra da, ısıl işlemin gerektiği yerlerde, sertleştirme işlemlerine en iyi yanıt veren yapıyı en az bozulmayla gerçekleştirme amaçlarıyla yürütülür. Normalizasyon, düşük karbonlu ya da düşük alaşımlı çelikleri yumuşatabilir; ama yüksek karbonlu ya da alaşımlı çeliklere uygulandığında, gerçek

bir sertleştirme işlemine dönüşür.

Sertleştirme ve temperleme: Çeliğin, ostenit fazı bölgesinden hızla soğutulmasıyla (suverilme), *martensit* adı verilen, sert ve kırılgan bir denge dışı faz üretilebilir. Suverilen parçanın sertleştirilme derinliği, o parçanın *sertleşebilirlik* özelliğine, bu da, çeliğin bileşimine ve tane boyuna bağlıdır. Soğutma ne kadar hızlıysa, belirli bir sertleşebilirlikte olan çeliğin, sertleştirildiği derinlik de o kadar büyük olur. Soğutma hızı da suverme ortamına, karıştırılma derecesine ve sertleştirilen bölgenin boyutlarına bağlıdır. Suverme, ısıtılan parçaların, suverme tankına batırılmasıyla gerçekleştirilir. Suverme tankında, önem derecesine göre yağ, su ya da tuzlu su bulunur. Çeliğin karbon bileşiminin artması ve manganez, krom, nikel, molibden, vanadyum ve tungsten gibi alaşım öğelerinin yüksek oranlarda bulunması, parçaların daha fazla sertleştirilmesini engeller. Bazı maddelerse (sözgelimi, bazı takım çelikleri) yüksek oranda alaşımlandıklarından, havayla soğutulduklarında bütünüyle sertleşirler.

Sertleştirme ürünleri kırılgan olur. Bu nedenle, söz konusu ürünler, sertliklerinin azalması göze alınarak bir *temperleme* aşamasından geçirilir. Bu temperleme, kullanılan çeliğe göre 400-700°C arasında bir sıcaklığa kadar yeniden ısıtmayı ve yapısal değişiklikler ortaya çıktığında bekletme (aynı sıcaklıkta tutma) işlemi uygulamayı içerir. Sertleştirme ve temperleme işlemlerinden geçirilen parçalara örnek olarak cıvatalar, yaylar, anahtarlar, silah namluları ve kalıplar gösterilebilir.

Yüzey sertleştirme: Bazı metal parçaların yüzeyinin sert ve aşınmaya dayanıklı olması istenir. Bu özellikleri, yüksek karbonlu ya da alaşımlı çelik sağlayamaz. Parçanın yalnızca yüzeyinin sertleştirildiği yöntemler iki grupta toplanabilir. Bunlardan birincisi, yüzeyde bir kimyasal değişim içermez. Suvermeyle sertleştirilmiş parçayı elde etmek için, orta karbonlu çeliğin yalnızca yüzey katlarının ostenite dönüştürme sıcaklıklarına kadar ısıtıldığı, *alevli* ve elektrikli *indüksiyonla sertleştirme* yöntemlerini kapsar. *Termokimyasal (doku sertleştirme) işlem* adı verilen ikinci grupta ise, yüzey sertleşebilirliğini artırmak için, genellikle % 0,3'ten daha az karbon taşıyan düşük alaşımlı çeliklerin yüzeyine karbon ve azot gibi elementler verilir.

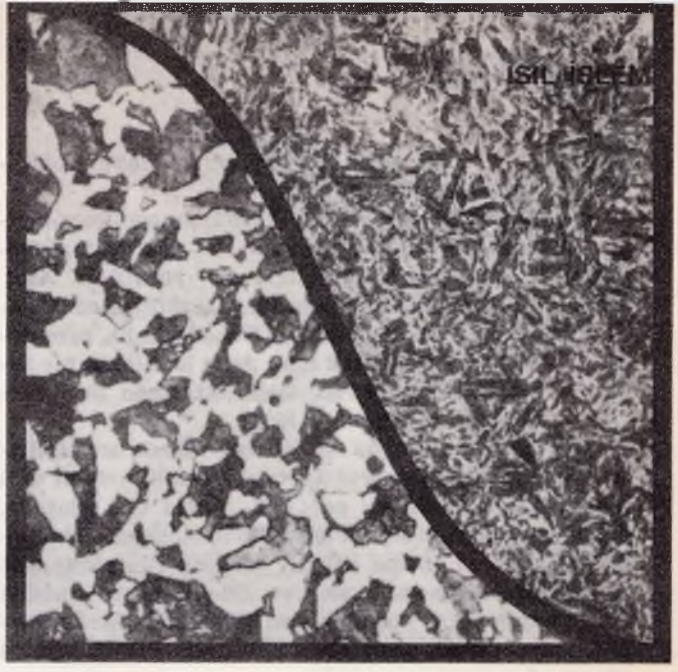


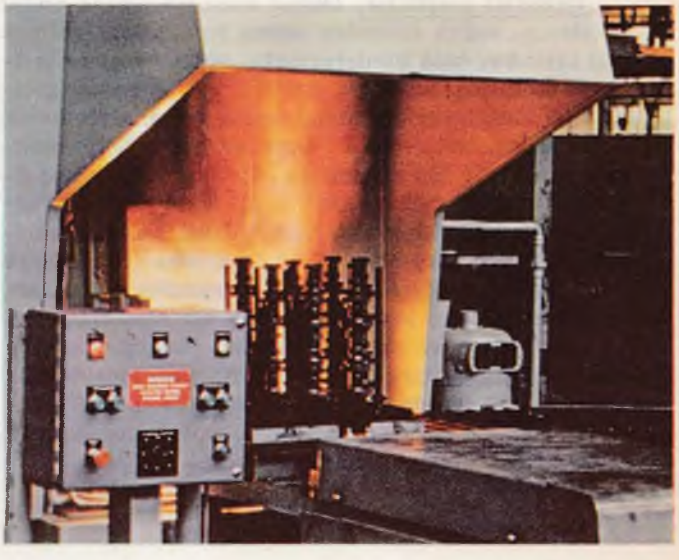
Solda üstteki resimde, arka plandaki fırından çıkarılan döküm parçalar, resmin altındaki yağlı suverme tankına aktarılır.

Yüksek sıcaklıklarda demirin yapısı, yüzey merkezli kübik biçimdedir ve daha çok karbon tutabilir. Çabuk soğutmayla demir, hacim merkezli kübik yapıya dönüşür ve artık karbon atomları için yeterli yer bulunmadığından oluşan bozulma nedeniyle, çok sert martensit (solda altta) ortaya çıkar.

Yüksek sıcaklıklara kadar hava ortamında ısıtmak, çelik yüzeyde oksitlenmeye ve karbonun giderilmesine *(dekarbürleme)* neden olduğu için, tavlama ve sertleştirme başlıkları altında anlattığımız işlemler, genellikle hava dışında, koruyucu bir ortamda yürütülür. Koruyucu ortam, katı *(dolgu)*, erimiş tuz ya da gaz olabilir. Termokimyasal işlemlerde, parçanın, çelik yüzeye yayınması istenen elementlerin kaynağı olan, kimyasal bakımdan etkin bir ortamla çevrelenmesi gerekir.

Otomobillerin transmisyon dişlileri gibi parçaların yapımında kullanılan *karbürleme*, bu tür işlemlerin en iyi bilinenidir. Parçalar, 925°C sıcaklığa kadar ısıtılır ve bu sıcaklıkta karbon, çelik yüzeyindeki ostenit yapıya yayınır. Karbürlenen dokunun derinliği, bekletme süresiyle belirlenir; ama otomobil dişlileri için, su-



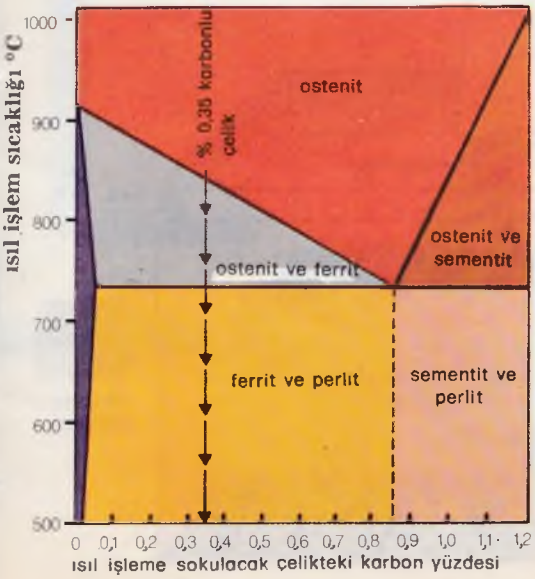


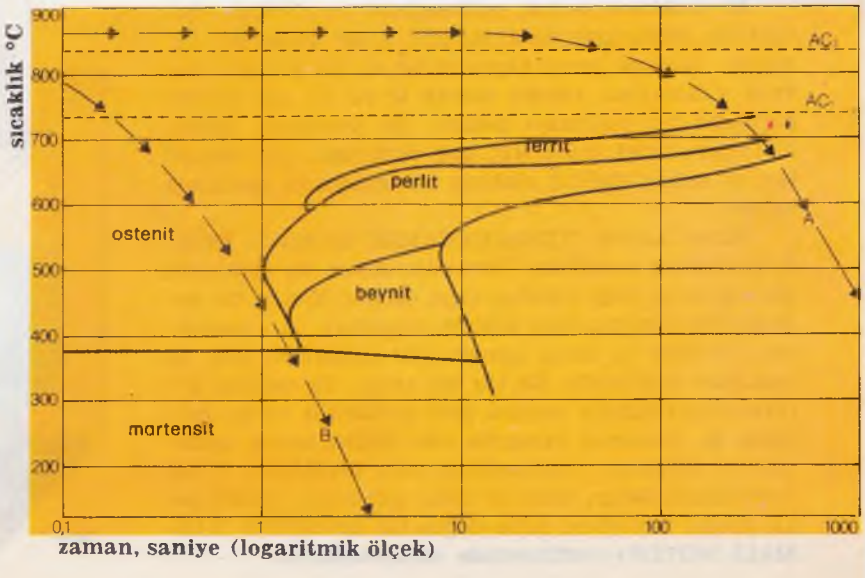
% 0,35 karbonlu çeliğin mikroyapısı. (sağda üstte) Yavaşça soğutulduğunda (resmin solunda), ferrit (beyaz) ve perlitin (koyu) göreli olarak yumuşak faz karışımı oluşur. Suvermeyle de, sert, kırılgan ve iğne yapılı martensit elde edilir (resmin sağında).

Otomatik transmisyon dişlilerinin, yüksek hızlı, sürekli çalışan gazlı karbürleme fırınında doku sertleştirilmesinden geçirilmesi. (sağda ortada)

Yalın karbon çeliğinin mikroyapısı, çeliğin karbon bileşimine ve sıcaklığına bağlıdır. Altta soldaki çizimde, yavaş ısıtma ve soğutma sırasındaki yapısal değişiklikler görülmektedir. % 0,35 karbonlu çelik, ostenit fazı bölgesinden başlanılarak yavaşça soğutulduğunda, oda sıcaklığında, ferrit ve perlit yapısının elde edilmesi gerekir. Genellikle denge dışı koşullar söz konusudur ve öteki fazlar da ortaya çıkar. Bu yüzden, altta sağda görülen sürekli soğutma dönüşüm çizimi daha doğrudur.

ısıl işlem sırasında çeşitli mikroyapıların oluşumu





vermeden sonraki etkili sertleştirilmiş doku, çoğunlukla 1,0 mm dolayındadır.

Karbonitrürleme süreci, karbürlemeye çok benzer ve azot ile birlikte karbonun da çelik yüzeye verildiği 850-900°C gibi sıcaklıklarda yürütülür. Azot sertleşebilirliği artırır ve doğrudan karbürlemeden daha ucuz çelik kullanımı sağlar. Buna karşılık, tam doku sertleşmesini sağlamak için, daha az keskin bir suverme gerekir. Böylece, ısıl işlem sırasında bazı parçaların bozulma tehlikesi azaltılır.

*Nitrürleme*de, daha önce tam olarak sertleştirilen ve temperlenen, orta karbon alaşımlı çeliğin özel cinslerinden yapılmış parçalar, azotlu bir ortamda, 500°C gibi oldukça düşük sıcaklıklarda işleme sokulurlar. Azot, ferrit fazına yayınır ve çelik yüzeyinde sert nitrürlerin oluşmasına yolaçar. Suverme gerekmediği için, süreçte parça bozulması en düşük düzeydedir. Ancak, işlem süresi, daha önce anlatılan termokimyasal işlemlerden oldukça uzundur.

Demirsiz alaşımlar: Demir olmayan birçok metal ve alaşım, soğuk işlemden sonra, yumuşaklık vermek için tavlanır. Ama bunların çoğu, mukavemet ve sertlik kazandırma amacıyla yapılan ısıl işlemden geçirilemez. Kural dışı alaşımlar arasında ise, alüminyum – %4 bakır, bakır-% 0,5 krom ve bakır-% 1,8 berilyum sayılabilir. Bu alaşımlara *çökeltme sertleşmesi işlemleri* uygulanır. Sözgelimi, uçak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan alüminyum-bakır yapılı duralümin türünden alaşımlar, 500°C dolayında tutularak ve soğuk suyla suverilerek, *çözelti işlemi*nden geçirilirler. Suverilen madde, yavaş soğutulan bir alaşımdan biraz daha serttir ve soğuk işlenebilir. Bununla birlikte, oda sıcaklığında bırakıldığında (dinlendirme), sertlik dört-beş gün içinde en yüksek değerine ulaşır. Maddenin yeniden 150°C'a ısıtıldığı yapay dinlendirme, bu sertleşme sürecini hızlandırır.

ISI MAKİNASI

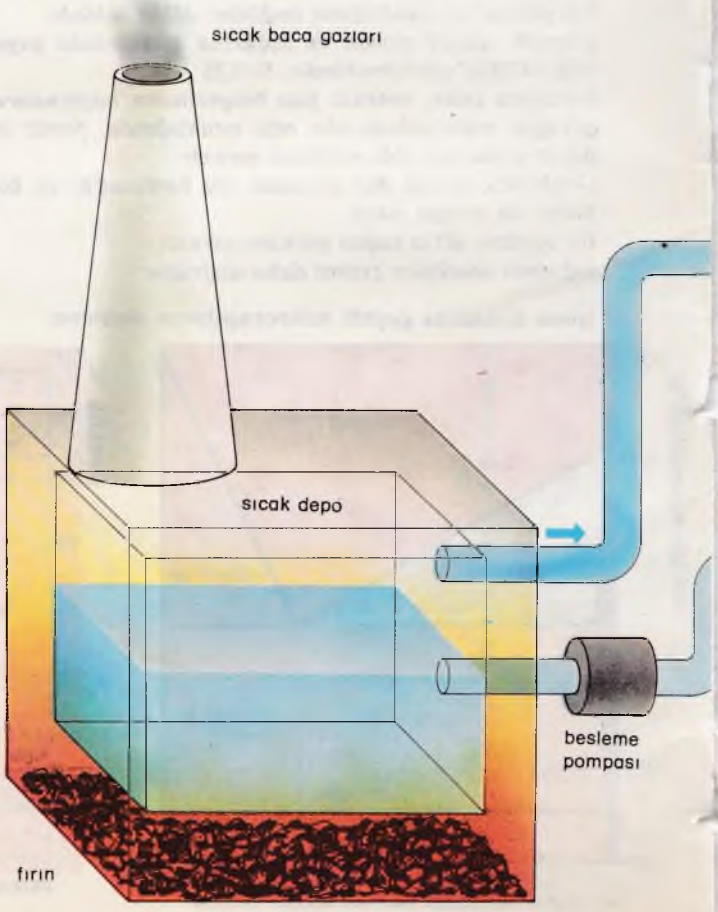
Isı makinası terimi, mühendisler tarafından, birbirinden bütünüyle farklı iki ayrı yerde kullanılır. Birincisi, oldukça geniş kapsamlıdır ve bir yakıtın havada yanmasıyla sürekli olarak iş ya da güç üreten herhangi bir makinayı belirtir. Bu durumda, benzin motorları, dizel motorları, gaz türbinleri, jet motorları ve buhar türbinli elektrik santralları ısı makinası sayılır.

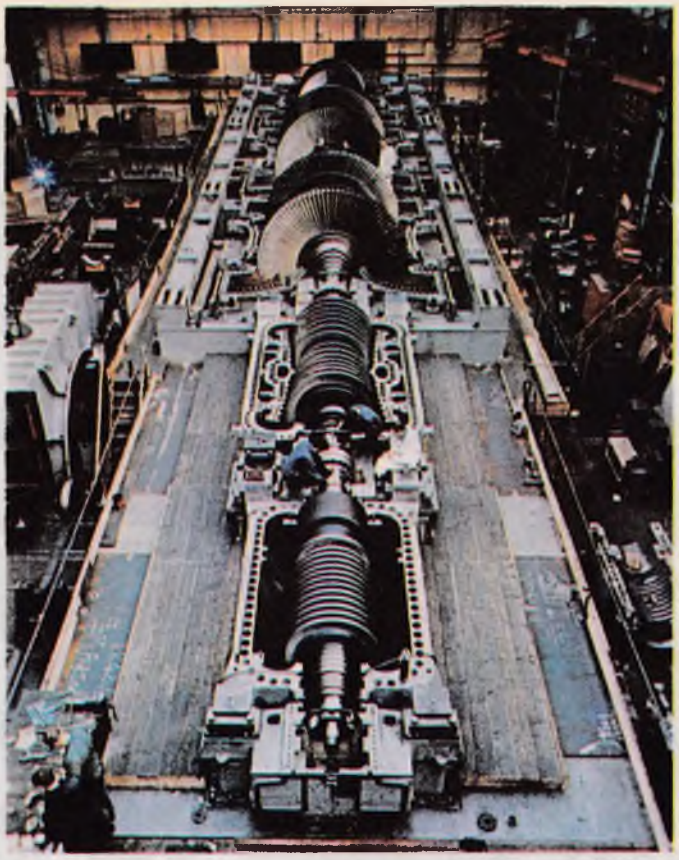
İkinci anlam, TERMODİNAMİK biliminde kullanılan gerçek anlamdır. Termodinamikte ısı makinası, gerçekten *ısı* alıp, bundan *iş* ya da *güç* üreten bir aygıttır. Bu tanıma göre benzin motorları, ısı almadıkları (benzin ve hava karışımıyla çalışırlar) için, ısı makinası değillerdir. Bu tür bir ayrım, ilk bakışta gereksiz bir titizliğin sonucu gibi görülebilir ve bu motorda da, benzinin yanışıyla elde edilen «sıcak gazların» iş üretmede kullanıldığı ileri sürülebilir. Oysa, hem mühendisler, hem de bilim adamları, içinde yakıt yakan motorlara daha doğru bir ad («İÇTEN YANMALI MOTOR») verilmesinde anlaşmışlardır.

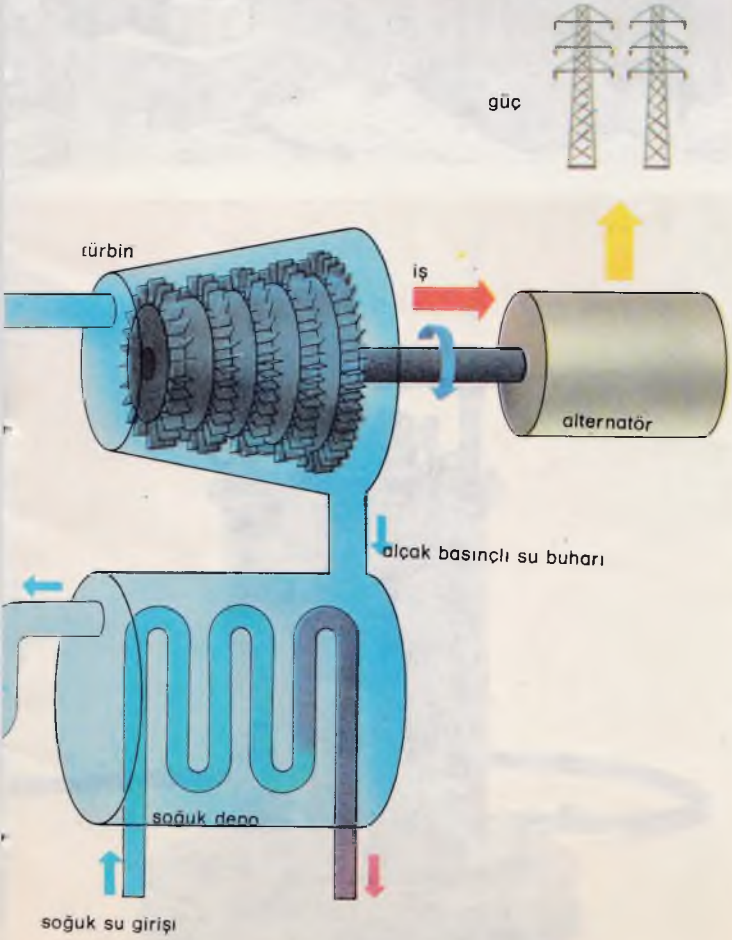
Buhar türbinleri: Isı makinalarının uygulamaya konmuş birkaç türü vardır. Bunlara verilebilecek en önemli örnek, elektrik santrallarında kullanılan buhar türbinleridir. Bu ısı makinası, sıcak gazlardan ısı geçişi yoluyla suyun buharlaştırıldığı bir kazanı, içinden su buharı geçtikçe güç üreten bir türbini, içinde su buharının yeniden su haline dönüştürüldüğü bir yoğuşturucuyu ve suyu yeniden kazanın içine pompalayan bir besleme pompasını kapsar. İşi gören akış-

Dakikada 3 000 devirde çalışacak biçimde planlanmış 660 megawattlık bir türbinin yapısı. (sağda) Ön planda yüksek basınç kademesi, onun ardında orta basınç kademesi ve üç düşük basınç kademesi bulunmaktadır. Türbin, yüksek basınç kademesine 566°C sıcaklık ve 159 bar basınçla verilen su buharıyla çalışır.

Isı makinaları, sıcak bir depodan soğuk bir depoya akan sıvıyı, mekanik işe dönüştürür. Bu dönüşüm sürecinin verimi, iki depo arasındaki sıcaklık farkıyla birlikte artar. Enerji santrallarındaki buhar türbinleri, ısı makinalarına iyi bir örnektir. Kızgın buhar, basınç altında türbin palalarının dönüşüyle mekanik işin üretildiği türbin odasına yöneltilir. (altta)







kan (bu durumda su ya da su buharı) kapalı bir devrede sürekli dolaşır.

Stirling (Bk. STİRLİNG MOTORU) ve Carnot gibi ısı makinaları da geliştirilmiştir; ama bunlar, uygulamada önem kazanamamışlardır.

Isı makinalarının verimi: Isı makinalarının termodinamik bağlamında önemi, ısının işe dönüşümünün açıklanmasında temel örnek olmasından kaynaklanır. Isı, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlar ile nükleer yakıtlardan elde edilebilir. Ancak, yakıt pahalıdır ve bu yüzden, belli miktardaki yakıttan, en yüksek düzeyde güç elde etmeye çalışmak gerekir. «İdeal» ısı makinasının çalışması incelenerek, sorunun yanıtı bulunabilir.

Sıcaklığı T_1 olan bir ısı deposu ve sıcaklığı T_2 olan bir soğuk depo olduğunu düşünelim. Ayrıca, Q miktarında ısının, sıcak depodan makinaya, W miktarında iş üretecek biçimde geçtiğini varsayalım. Bir ısı makinasının çalışan birimlerinin bu genelleştirilmiş tanımıyla, elde edilebilecek en yüksek W değeri belirlenebilir.

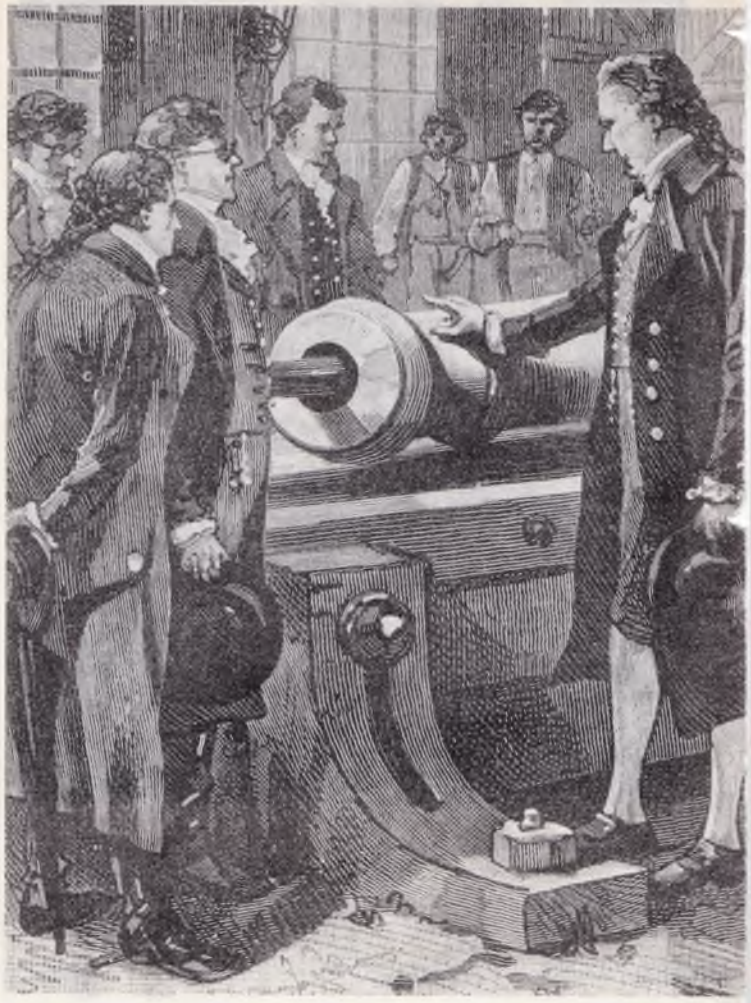
Termodinamiğin ilk yasası, işin yoktan elde edilemeyeceğini belirtir. Bir başka deyişle, ideal durum, Q ısısının tamamını, W işine dönüştürmektir. Hem Q, hem de W aynı birimlerle ölçülürse (ISIÖLÇÜMÜ'nde de değinildiği gibi bu olanaklıdır ve ısı ile işin uluslararası birimi juldür), W doğrudan Q ile ilişkili olur. W, Q'ya eşit olduğunda, W/Q oranı birdir. Bu orana *verim* adı verilir ve çoğunlukla yüzde olarak gösterilir (bu durumda % 100'dür). Bundan daha büyük bir verim olanaksızdır; çünkü böyle bir sonuç, termodinamiğin birinci yasasına ters düşer.

Isı makinası türünde bir güç santralının verimi ölçüldüğünde, verimin çok daha az olduğu ve yaklaşık % 45 dolayında bulunduğu görülür. Başka bir deyişle, ısının % 55'i soğuk depoda «yitmiştir» (yani soğutma kulelerindeki soğuk suya geçmiştir). İlk bakışta, bu sonuca başarısız bir uygulamanın neden olduğu sanılabilir. Oysa bu, termodinamiğin ikinci yasasıyla açıklanabilecek bir durumdur: *İdeal* bir ısı makinasının veriminin bile % 100'den az olması gerekir. Verim oranı, depoların sıcaklığına bağlıdır. T_1 ve T_2 sıcaklıklarının özel (mutlak) bir SICAKLIK ölçeğiyle tanımlanması ve Kelvin cinsinden ölçülmesi (O°C, 273°K'dir) durumunda verim $(T_1-T_2)/T_1$ olarak verilir.

Bu ölçekte T_1'in 800° K olduğunu ve T_2'nin de 300° K olduğunu düşünelim. Bu sıcaklıklar arasında işleyen herhangi bir ısı makinasının en yüksek verimi (800-300)/800 ya da 0,625 (ya da % 62,5) olacaktır. Gerçek bir ısı makinasında gerçek verimin % 45 olması, oldukça başarılı bir sonuç sayılır.

ISIÖLÇÜMÜ VE ISI

Isı, atomların ya da moleküllerin katı, sıvı ya da gaz içindeki hareketlerinin bir sonucudur ve bir enerji türüdür. Sözgelimi, bir metal parçasının sıcak olması, metal atomlarının, soğuk duruma göre daha şiddetli titreştiğini gösterir.



XVIII. yüzyılda ısının «*kalorik*» adı verilen gizemli bir sıvı olduğu sanılıyordu. «Kalorik»in görünmez olduğu, ısınan madde tarafından emildiği ve soğuyan maddeden dışarı kaçtığı düşünülmekteydi. «Kalorik» kuramı, yadsınması güç bir kuramdı; ama Bavyera savaş bakanı olan Kont Rumford (Benjamin Thompson) tarafından 1798'de yeni ve daha iyi bir kuram ortaya atıldı.

Bir topun yapımıyla uğraşan Kont Rumford, topun patlaması sırasında harcanan mekanik enerji (yapılan iş miktarı) ile çıkan ısı arasındaki ilişkiyle ilgilendi. Topun suya sokulmasıyla, sıcaklık artışı yaklaşık olarak saptanabiliyordu. Rumford, ısının bir enerji biçimi olduğunu anladı ve bunun, moleküllerin hareketiyle ilgili olduğunu öne sürdü.

Bununla birlikte Kont Rumford, ısı kuramının kabul edilmesini sağlayamadı. Söz konusu kurama ancak 1842 yılında, J.P. Joule'ün deneyleriyle inanıldı. Joule, geniş bir su tankındaki bir pervaneyi, bir tele asılan ağırlıklarla çevirdi ve sudaki sıcaklık yükselmesinin, ağırlıkların inip çıkma sayısına (yani ağırlıkların harcadığı toplam mekanik enerjiye) doğrudan bağlı olduğunu gösterdi.

Isının akışı: Isı, bir yerden bir yere üç yolla aktarılır: İletim (kondüksiyon); taşınım (konveksiyon); ışınım (radyasyon). İletim sürecinde ısı enerjisi, doğrudan bir madde içinden iletilir. Sözgelimi, içinden sıcak su geçen bir bakır borunun, ısı iletiminden dolayı, dışı da ısınır. Bir katı ısıtıldığında, atomları ya da molekülleri, titreşim hareketleri yaparlar. Sıcak su, borunun iç yüzeyindeki atomların daha çok titreşmesini sağlar; böylece ısı, iletim yoluyla boruyu oluşturan öteki bakır atomlarına da geçer.

Taşınım (konveksiyon), ısının bir tür çevrimsel hareketidir. Konvektör tipi bir ısıtıcı, önce çevresini iletimle ısıtır. Isınan bu hava, genleşip yükselir ve yerini soğuk havaya bırakır. Sonuç olarak, odada bir hava dolaşımı ve oda sıcaklığında bir yükselme oluşur. Duvar ve pencerelerden yiten ısı, ısıtıcının ısı üretme hızına eşit oluncaya kadar, sıcaklık yükselmesi sürer.

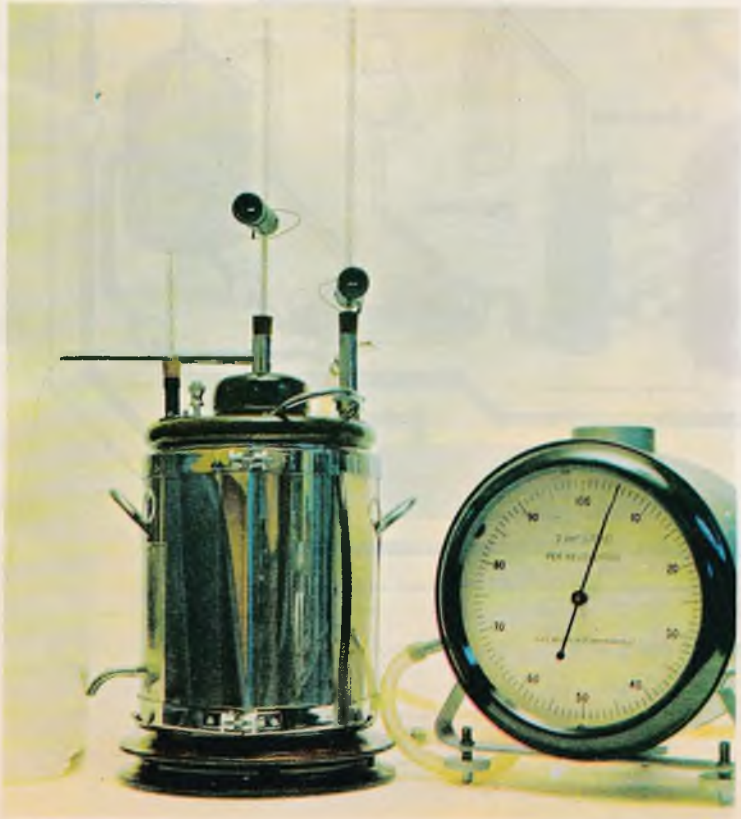
Işınım ısısına en iyi örnek, Güneş ısısıdır: 150 000 000 km'lik uzay boşluğu, iletim ya da taşınım sağlayacak atomların ya da moleküllerin bulunmamasına karşın, ELEKTROMAGNETİK IŞINIM'la aşılır.

Kullanılan terimler: Joule'ün yaptığı deneylerde ölçtüğü nicelik, *ısının mekanik eşdeğeri*, yani bir birimlik ısı (kalori) üretmek için ne kadar enerji (jul'le ölçülür) gerektiğiydi. Bu düşünce, «bir birim mekanik enerji üretmek için ne kadar ısı gerekir» biçimine de dönüştürülebilir. İkisi de değişmez olan bu nicelikler, mühendisliğin pek çok dalında büyük önem taşırlar. Güç üreten en yalın makina olan BUHAR MAKİNASI'nda, buharın ısısı, hareket sağlar (bir volanı döndürür). Isının mekanik eşdeğeri, bir buhar makinasından elde edilebilecek en büyük mekanik enerjiyi belirler (verim gerçekte erişilemeyen % 100 ölçüsünde olsaydı, ısı, mekanik eşdeğerine dönüşecekti).

Isıl hesaplarda bir başka önemli birim de, maddenin *özgül ısısı*dır. Aynı ağırlıktaki bakırın, sudan daha kolay ısındığı bilinmektedir. Bu fark, özgül ısı-

Kont Rumford (solda), daha çok, ısının mekanik eşdeğeri konusundaki çalışmalarıyla tanınır.

Boys'un su akımlı gaz ısıölçeri (alttaki iki resim). Bu aygıt, gazın yansıma ısısını hesaplamada kullanılır. Gaz, resimde (altta solda) açık olarak görülen bakır bir kavanozda yakılır. Kalorimetre içinde, su taşıyan sarmal bakırlar bulunmaktadır.(Altta sağda) Aygıt kullanım halinde görülmektedir. Isı taşınımını ve ışınımını sınırlamak için, kavanoz ve çevresi arasına, ısı aktarımını önleyen krom kaplı paslanmaz çelik bir kap yerleştirilmiştir. Gaz akımı, ilişik göstergede ölçülmektedir. Borulardan geçen suyun sıcaklığındaki yükselme, aygıt üstündeki termometrelerden gözlenmektedir. Su, soldaki dereceli kaba akar.



larının değişik değerlerde olmasından ileri gelmektedir. Özgül ısı kaloriyle ölçülür ve bir maddenin 1 gramını 1°C yükseltmek için gereken ısı niceliğidir. Bir maddenin özgül ısısı biliniyorsa, belirli ağırlıktaki bir maddenin sıcaklığını belli bir değere yükseltmek için gerekli ısı niceliği hesaplanabilir.

Isıölçer: Isıölçer (kalorimetre), bir maddenin ısısını ya da özgül ısısı gibi ısı değişmezlerini ölçen bir aygıttır. En yalın tanımıyla, çevreye olabildiğince az ısı kaçıran kapalı bir kaptır. Bir bakır parçasının özgül ısısını bulmak için, parça, belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılır; sonra, içinde su bulunan ısıölçere konur. Bir süre sonra, su ve bakır aynı sıcaklıkta olacaktır. Bakırın yitirdiği ısı, ısıö'çerin kazandığı ısıya eşittir. Bu eşitlik, sıcaklık yükselmesi ve ısıölçerin özgül ısısı biliniyorsa, bakırın gram başına verdiği ısıyı (özgül ısısını) hesaplamada kullanılabilir.

Mühendislikte ısıölçerler, bir yakıtın *yansıma ısısını* (belirli bir miktar yakıtın yanmasıyla elde edilen ısı niceliği) hesaplamada da kullanılır. Ölçülecek yakıttan alınan örnek, sulu ısıölçerin içindeki bir kapta elektrikle yakılır. Yakıt bütünüyle yandıktan sonra, ısıölçerin ve suyun sıcaklığındaki yükselme, doğrudan doğruya yakıtın kalori değerini gösterir. Gazlar için de durum aynıdır. Belirli hacimde gaz yakılır ve çıkan ısı ölçülür. Sözgelimi, doğal gaz (metan), havagazından çok daha yüksek yansıma ısısı içerir. İkisinin karşılaştırılması için yapılan ısıölçer deneyi, doğal gazın havagazından çok daha fazla sıcaklık yükselmesine yolaçtığını gösterecektir.

Isıölçümü (kalorimetri) terimi, ısı dışında kalan öteki enerji çeşitlerinin ölçümlerini açıklamada da kullanılır. İlke, ısıölçümünün aynıdır; enerji yitirilen bir işte, ısıölçerde çıkan toplam enerji niceliği hesaplanır. Uzaydan dünyaya gelen kozmik ışınların, en çok enerji içeren taneciklerinin enerjisini ölçmede kullanılan iyonlaşma *ısıölçeri*, buna en iyi örnektir. Kozmik tanecik, yüklü tanecikleri belirleyen aygıtlarla donatılmış çelik levhaların üstüne düşerse, çeliğin ATOM'larındaki ELEKTRON'ları iyonlaştırarak, düşük enerjili yeni tanecikler üretip enerjisinin çoğunu yitirir. Gelen tanecik, yeni tanecikler ürettikçe, kendi enerjisini yitirir ve tanecik durana kadar çıkan bütün küçük nicelikteki enerjiler toplanarak, ışınımın ısıl enerjisi bulunur.

Isıölçümü, başlangıçta yalnızca ısı ve ölçümüyle ilgilenenlerce kullanılmışsa da, günümüzde daha yaygın biçimde yararlı olabilecek bir ilke durumuna gelmiştir.

ISI POMPASI

Isının, sıcak cisimden soğuk cisme aktığı, ama bu sürecin tersinir olmadığı, temel bir doğa yasasıdır. Bununla birlikte, ısı pompası, söz konusu tersinir işlemi olanaklı kılar; yani ısı, soğuk cisimden alınıp, sıcak cisme «pompalanabilir». Bu süreçte sıcak cisim daha sıcak, soğuk cisim de daha soğuk hale gelir.

Tersinir ısı makinaları: Söz konusu ilke, ısı pom-

palarının doğa yasalarını bozması anlamına gelmez. Isıyı soğuk cisimden sıcak cisme vermesi için, ısı pompasına bir güç uygulanması gerekir. Isı pompası, tersinir ISI MAKİNASI gibi çalışır.

Isı makinası, sıcak bir cisim ile soğuk bir cisim arasında çalışır (bunlara çoğunlukla «*depo*» adı verilir) ve ısının bir bölümü, sıcak depodan soğuk depoya akarken, mekanik işe dönüştürülür. Bu sürecin tersini açıklamak için, işin «makinaya» uygulandığı ve ısının ters yönde aktığı söylenebilir. Bu, ısı pompasının temel ilkesidir.

Isı pompasının çalışması, buzdolabınınkine benzer. Ancak, kullanım amaçları değişiktir. Buzdolabı yalnızca, soğukça bir cismin ısısını alarak, daha da soğutmak için kullanılır. Oysa, ısı pompasında, ısının nereye gittiği de önemlidir. Başka bir deyişle ısı pompası, zaten sıcak olan cismin sıcaklığını artırır.

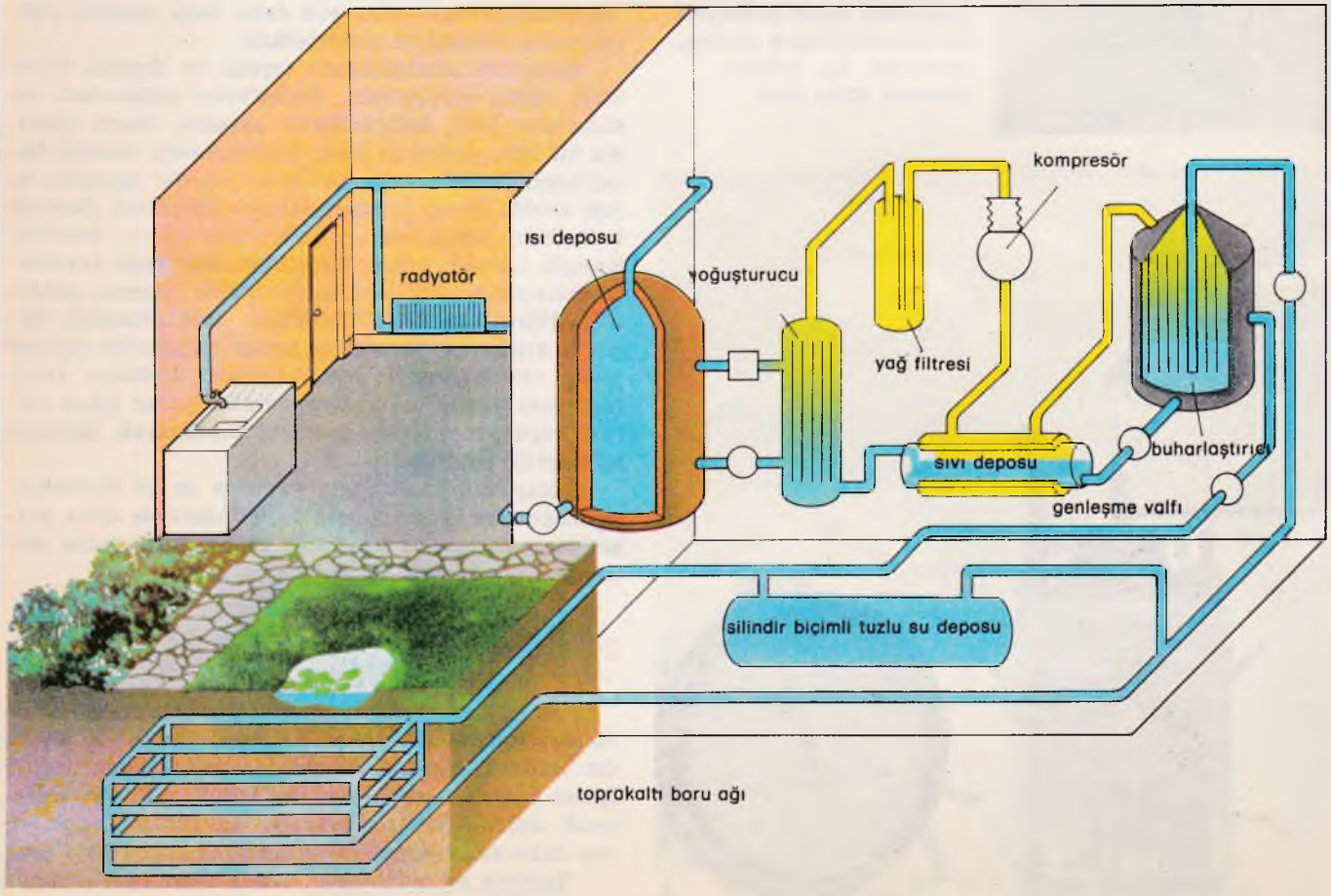
Çalışma ilkeleri: Isı pompası terimi, bir anlamda yanıltıcıdır; çünkü ısı, hava ya da su gibi bir akışkan değildir ve gerçekten pompalanamaz. Isı geçişinin gerçekleşmesi için, bir ortam gereklidir.

Isı pompası, daha çok, tersine işleyen buhar türbini (bu da bir ısı makinasıdır) gibi çalışır. Ancak, pompada işi gören, akışkan su buharı değildir. Bu görevi başka bir buhar ya da soğutucu üstlenir. Akışkan, bir KOMPRESÖR ya da POMPA tarafından işletilen kapalı bir devrede akar ve pompaya buhar halinde girerek, basınç ve sıcaklıkta artışa neden olur. Daha sonra yoğuşturucuya (bu da bir ISI DEĞİŞTİRİCİSİ' dir) gider ve ısı, yoğuşturucuya giren buhardan daha soğuk olan sıcak depoya aktarılır. Orada buhar yoğuşur ve dışarı, gene yüksek basınç altında, sıvı olarak çıkar.

Sıvı, bir kısma valfından geçirilir. Bu valf, sıvının alçak basınçlı bir bölgeye akmasını sağlayan daraltılmış bir geçittir. Basınçtaki düşme, sıvının kısmen buharlaşıp, sıcaklığının azalmasına neden olur. Bundan sonra sıvı-buhar karışımı, soğuk deponun içine yerleştirilmiş buharlaştırıcıya (bu da sistemdeki ikinci ısı değiştiricisidir) akar. Bu sırada sıvı-buhar karışımı, soğuk depodan daha soğuk olduğu için, ısıyı depodan alır ve giriş sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklıkta çıkar. Böylece devre tamamlanmış olur.

Etki katsayısı: Isı pompasının tipik bir uygulaması, ısının akarsu gibi soğuk bir kaynaktan alınıp, ısınma gereksinimi olan bir yapıya (sıcak depo yerine geçer) aktarılmasıdır. Bunu gerçekleştirmek için pompaya iş ya da güç uygulamak gerekir. Akarsudan, sözgelimi 1 000 kJ alan ısı pompası, bunu kullanabilmek

Bina ısıtmada yararlanılan bir ısı pompası. (alita) Toprak altında döşenmiş bir boru ağında dolaşan tuzlu su, toprağın ısısını soğurup binanın içine aktarır.



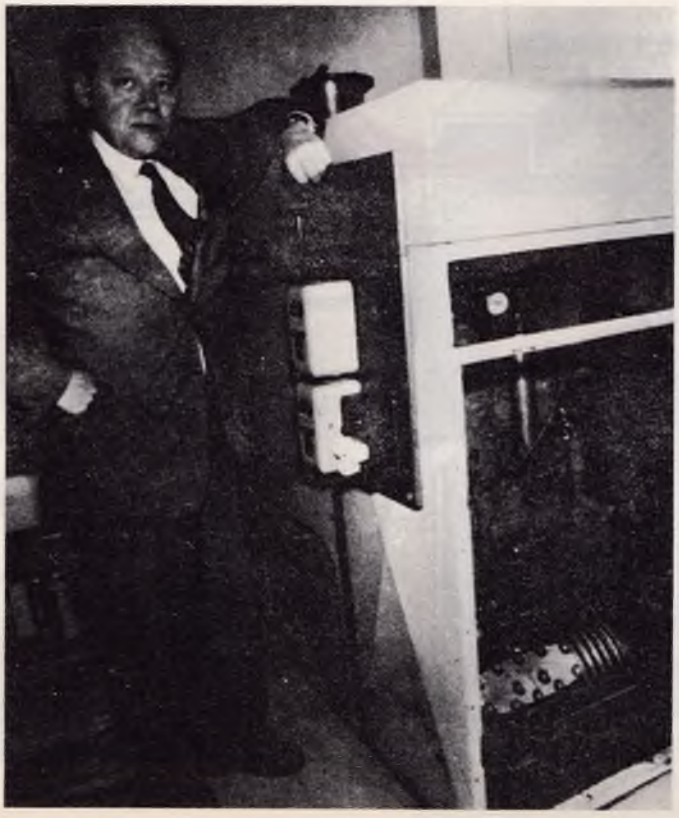
için, bir dış kaynaktan 400 kJ'lük güç soğurur ve yapıya 1 400 kJ verir.

Isı pompasının etkisi, sıcak depoya aktarılan ısının, pompanın işlemesi için soğurulan işe oranıyla ölçülür. Buradaki örnekte bu oran 1 400/400, yani 3,5'tur. Bu sayıya *«etki katsayısı»* adı verilir.

Elde edilebilecek en iyi etki katsayıları, sıcak ve soğuk depoların sıcaklıklarına bağlıdır. Sıcak depo T_1 sıcaklığında, soğuk depo da T_2 sıcaklığındaysa, bu durumda elde edilebilecek en büyük etki katsayısı $T_1/(T_1 - T_2)$ dir. Bu ilişki, TERMODİNAMİK ilkeleriyle belirlenir ve ısı makinasının en büyük verimine benzer bir değer verir.

İlk bakışta ısı pompası, yoktan enerji elde edilmesini sağlayan bir aygıt izlenimi bırakabilir: Etki katsayısı 3,5 ise bu, ısı pompasına 1 kW elektrik enerjisi uyguladığımızda 3,5 kW ısı elde edeceğimiz (ısının geri kalanı, akarsudan elde edilir) anlamına gelir. Kuşkusuz bu değer, elektrik sobalarının veriminden çok yüksektir. Ne var ki, bu gibi durumlarda gözden kaçan bir nokta vardır. En büyük etki katsayısının sıcaklıklar cinsinden verildiği yukardaki anlatımda, sıcak depo ısı pompasının etkisiyle ısındıkça, en büyük etki katsayısının kendiliğinden düşeceği görülür. Ayrıca, ısı pompası pahalı bir aygıttır. Bu nedenle, belli durumlar dışında sistem, ekonomik yönden çekici değildir.

Resimde (altta), topraktaki ısıyla evi ısıtma amacıyla yapılan bir ısı pompası görülmektedir. Sistemde, ısıyı topraktan eve taşıyan bir sıvıyla doldurulmuş 457 m uzunluğunda bakır boru bulunmaktadır.



ISITICILAR

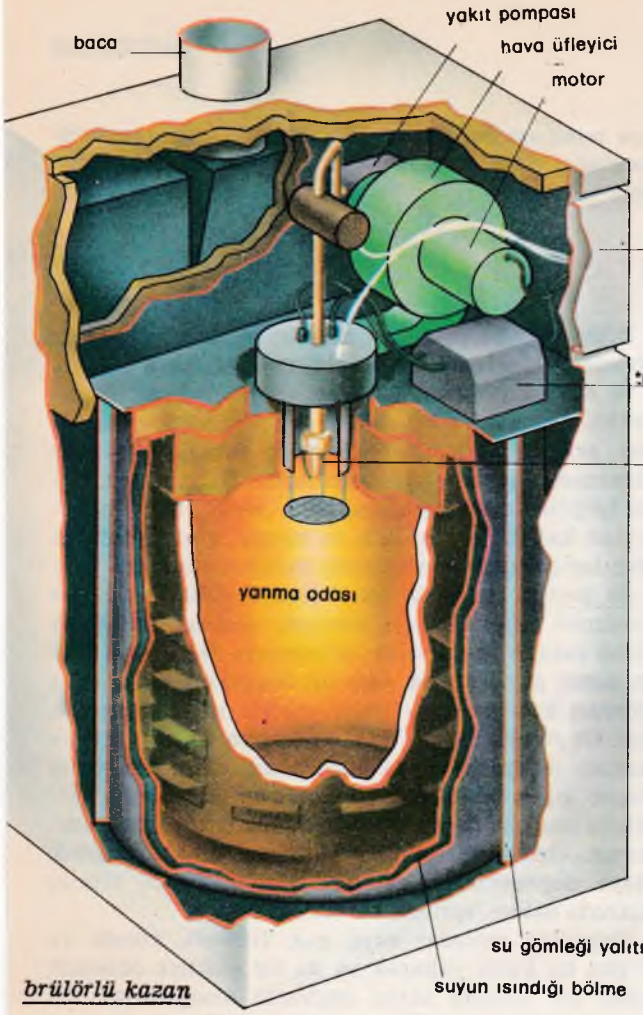
İklim koşullarının her mevsim elverişli olmadığı bölgelere de yerleşen insanoğlu, soğuğa karşı giyinerek ya da bir yakıttan ısı üreterek korunmak zorunda kaldı. İnşaatçılık geliştikçe, ev içi ısınma sistemleri de gelişti. Romalılar, evlerinin tabanını, yeraltı ocaklarından gelen ısıyla ısıtırlardı. Daha soğuk iklimli bölgelerdeyse, açık ocakların yerini, uzun bacaları olan kapalı ocaklar aldı ve bunlar, günümüzde de kullanılan gelişmiş yöntemlerin öncüleri oldu.

Isı geçişi: Isı, sıcak bir cisimden soğuk bir cisme üç biçimde geçer: *İletim; taşınım; ışınım.* İletim, bir bölümü ısıtılan ya da sıcak bir nesneye değdirilen kütleye, ısının geçişi ya da akışıdır. Sözgelimi, sıcak suya daldırılan kaşığın sapı, iletim yoluyla ısınır. Taşınım, ısının, bir sıvı ya da gaz içinden, gaz ya da sıvı ısıtıldığı zaman ortaya çıkan taşınım akımlarının karıştırıcı etkisiyle geçişidir. Elektrikli daldırma ısıtıcısıyla donatılmış sıcak su deposunda su, büyük oranda taşınımla ısınır. «Işınım», sıcak bir kütleden, uzaktaki soğuk kütleye doğrudan ısı geçişine verilen addır. Güneş ışınlarıyla ısıtma, ışınıma bir örnektir.

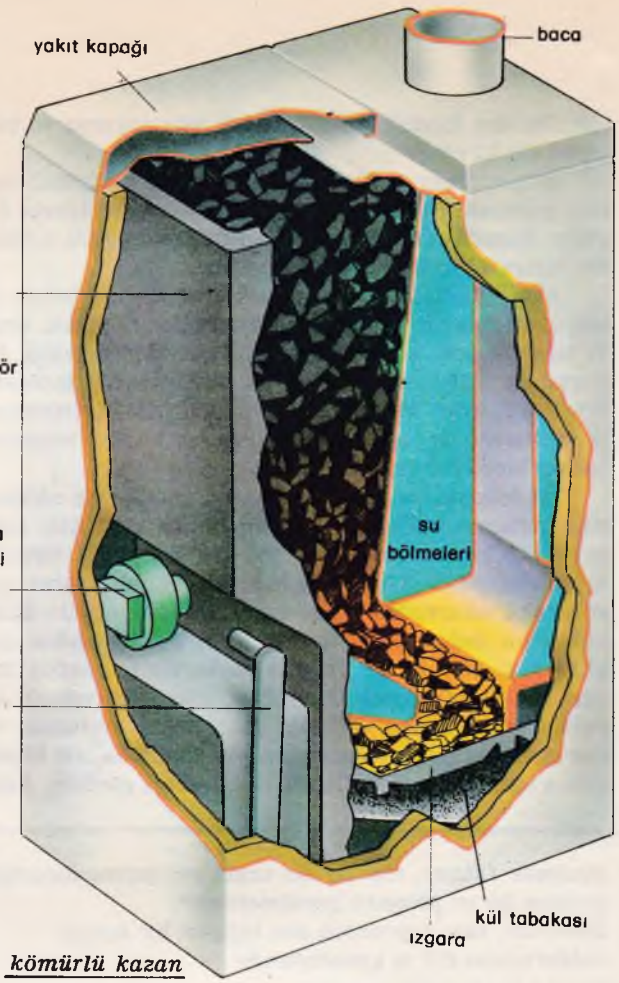
Evlerdeki ısıtıcılar ısıyı, gaz, fuel-oil, kömür ve kok gibi bir yakıt yakarak ya da bir elektrik öğesinin içinden bir elektrik akımı geçirerek oluştururlar. Bu tür ısıtıcılar, kabaca iki türe ayrılır: Üretilen ısının dağıtılması için ikinci bir sisteme gerek gösterenler (merkezi ısıtma sistemlerinde olduğu gibi); göstermeyenler (direnç çubuklu, üflemeli elektrik sobalarında ve gaz sobalarında olduğu gibi).

Merkezi ısıtma: Merkezi ısıtma, tek bir ısı kaynağından çıkan ısıyı, bir yapının her yanına dağıtan sistemler için kullanılan bir terimdir. Isı, geçiş ortamının su olması durumunda kok, fuel-oil ya da gaz gibi bir yakıtın, bir kazanda yakılmasıyla üretilir. Geçiş ortamının hava olması durumundaysa, bir ISI DEĞİŞTİRİCİSİ'nden yararlanılır.

Bir kazanda üretilen ısı, radyatörlere dağılan suyun ısıtılmasında (kaynatılmasında değil) kullanılır. Radyatörler, küçük çaplı borularla birbirlerine ve kazana bağlanır. Isıtılmış su, kazandan çıkıp sırayla radyatörleri dolaştıktan sonra, yeniden ısıtılmak için kazana dönerek bir çevrimi tamamlar. Modern sistemlerde, kazanın giriş ve çıkış boruları arasında uygun bir sıcaklık farkını koruyabilmek için, suyun istenen hızda dolaşmasını sağlayan elektrikle işleyen pompalar da bulunmaktadır. Evlerde kullanılan sistemlerde, bu sıcaklık farkı yaklaşık 20°C'tır. Sistem ayrıca, suyun ısındıkça genleşmesine de olanak sağlamalıdır. *Açık sistem*de genleşen su, açık bir genleşme kabında toplanır. *Kapalı sistem*de ise, su, havanın sıkıştırılmasıyla kapalı bir genişleme kabında toplanır. Sistem, açık ya da kapalı olması göz önüne alınmaksızın, su yitimlerinin giderilmesi amacıyla, ana su dağıtım şe-

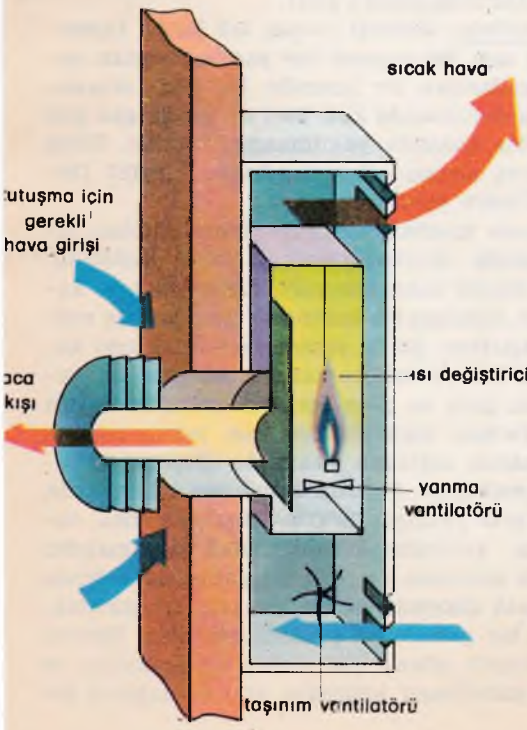


brülörlü kazan

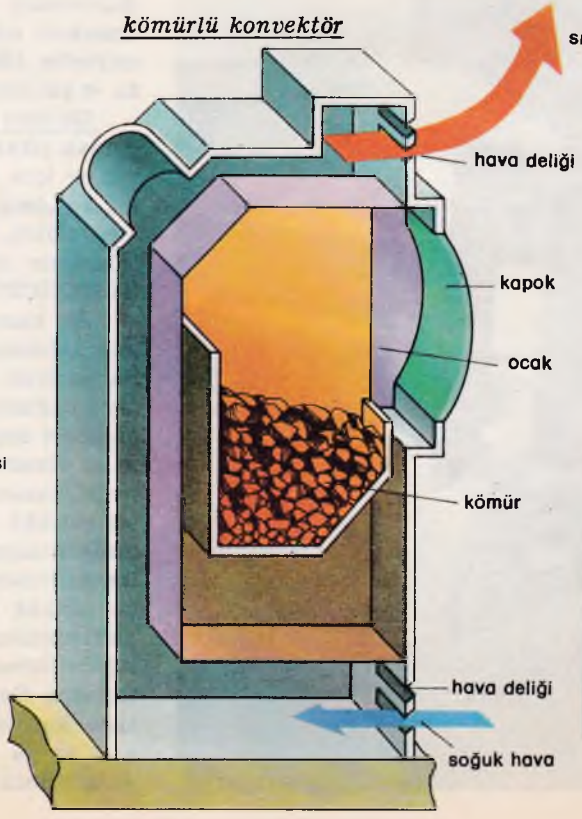


kömürlü kazan

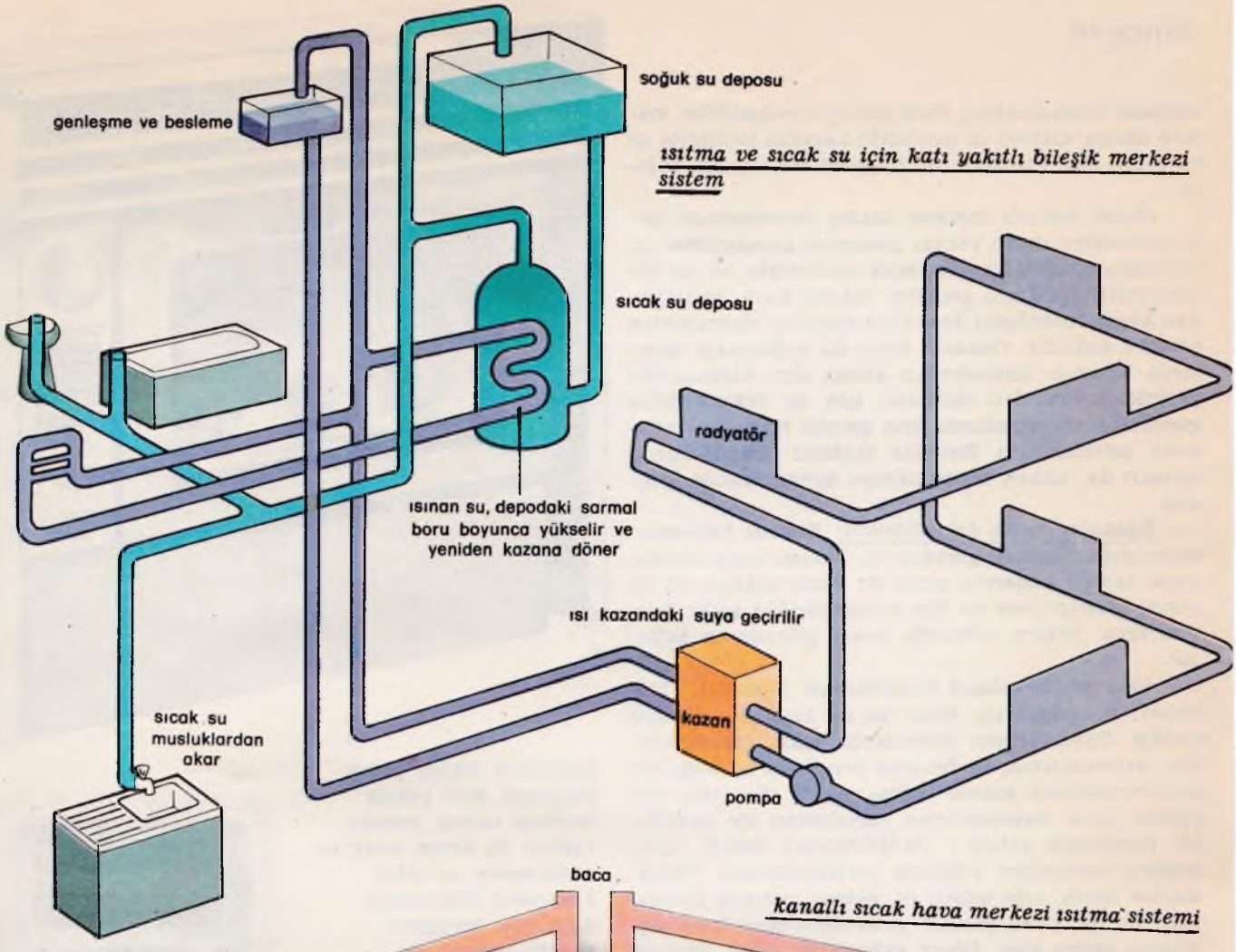
gazlı konvektör

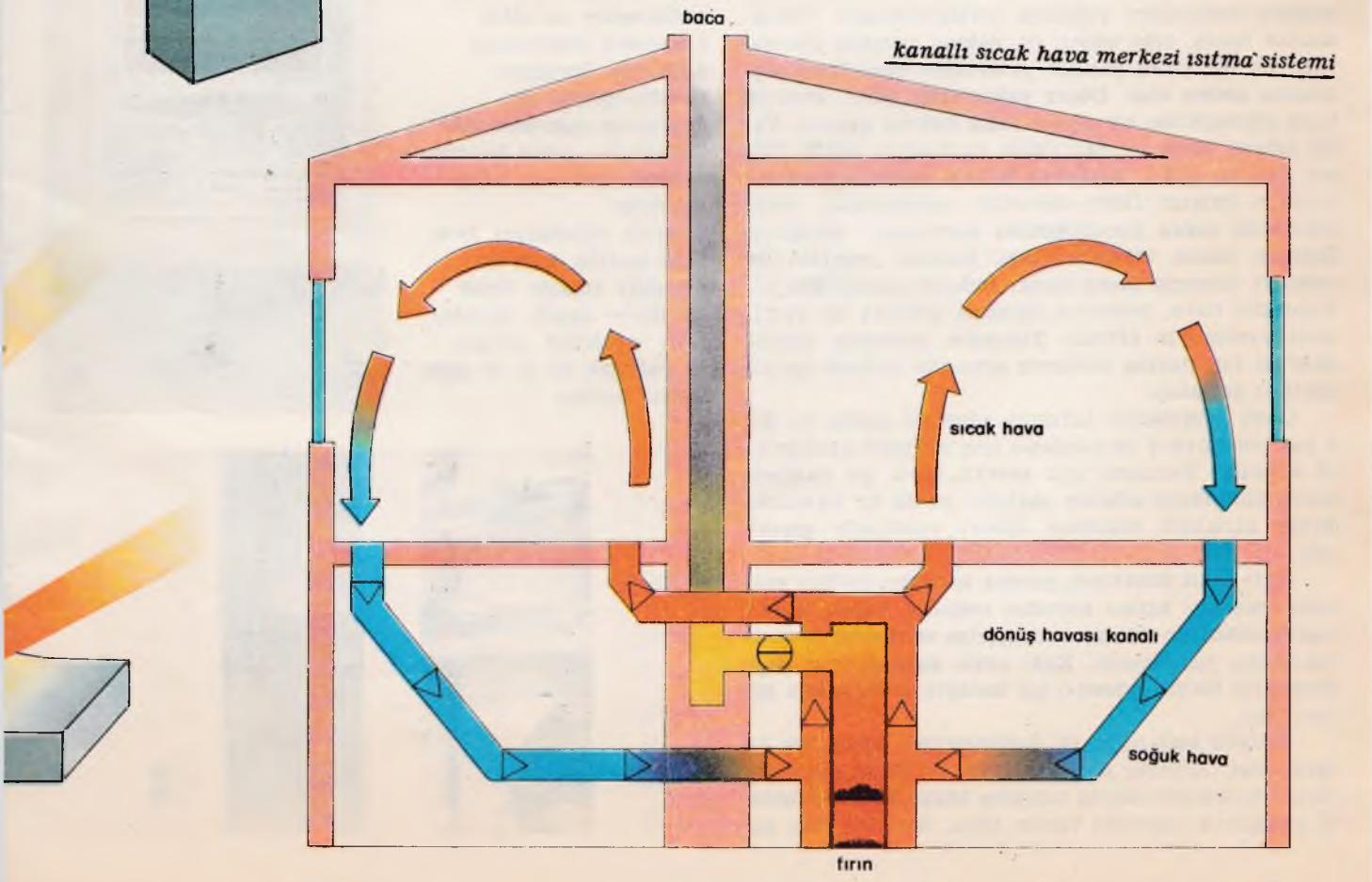


kömürlü konvektör



elektrik sobası


soğuk su deposu
genleşme ve besleme
ısıtma ve sıcak su için katı yakıtlı bileşik merkezi sistem
sıcak su deposu
radyatör
ısınan su, depodaki sarmal boru boyunca yükselir ve yeniden kazana döner
ısı kazandaki suya geçirilir
kazan
sıcak su musluklardan akar
pompa


baca
kanallı sıcak hava merkezi ısıtma sistemi
sıcak hava
dönüş havası kanalı
soğuk hava
fırın

bekesine bağlanmalıdır. Sulu sistemde radyatörler, kısmen ışınım, kısmen de çevredeki havanın iletimiyle ısı yayarlar. Oda içindeyse ısı, havanın taşınımıyla dağılır.

«Sıcak hava»lı merkezi ısıtma sistemlerinde hava, atmosfere atılan yanma gazlarına karıştırılmadan, elektrikle çalışan bir vantilatör yardımıyla, bir ısı değiştiricisinin içinden geçirilir. Isıtılan hava, kanallardan geçip düzenleyici kapakları bulunan ızgaralardan odalara dağıtılır. Odadaki hava da çoğunlukla kapılarda bulunan ızgaralardan alınıp, ayrı kanallardan geçirilerek, yeniden ısıtılması için ısı değiştiricisine gönderilir. Havalandırma için gerekli hava, temiz hava panjurlarıyla dışardan sağlanır. Dönüş havası miktarı da, alınan temiz havaya uygun oranda azaltılır.

Kazanlar ve ısı değiştiricileri: Evlerde kullanılan kazanlarda ısınması gereken su, yanma odası üstüne, sıcak yanma gazlarına geniş bir yüzey sağlayacak biçimde yerleştirilmiş bir dizi su borusundan geçer. Böylece suya, yüksek miktarda ısının aktarılması sağlanır.

Akaryakıtla çalışan kazanlardaki yakıcılar (brülörler), *buharlaştırıcı, döner* ya da *basınçlı* tiplerde olabilir. Buharlaştırıcı yakıcılarda yakıt, yerçekiminden yararlanılarak, bir besleme borusuyla kazanın içine yerleştirilmiş *yakma kabı*na verilir. Tutuşma için gerekli hava, *havalandırma kanalı*ndan bir vantilatör yardımıyla çekilir. Havalandırma kanalı, yakıt besleme borusunun yakınına yerleştirilmiştir. Tutuşmadan sonra, elde edilen ısı, yakma kabının ısınmasına, bu da, gelen yakıtın yanmadan önce buharlaşmasına neden olur. Döner yakıcılarda yakıt, kazanın içine yerleştirilen bir döner yakıt kabına akıtılır. Yakıt kabına hava, bir vantilatör yardımıyla verilir. Döner kap, bir yakıcı halkanın üstüne doğru yakıt damlacıkları fırlatır. Önce elektrikle tutuşturulan yakıt, ısındıktan sonra kendiliğinden tutuşmayı sürdürür. Basınçlı yakıcı türünde yakıt, kazanın içindeki bir memeye basınçla pompalanır. Buharlı yakıcılarda olduğu gibi hava, memenin tutuşma odasına bir vantilatör yardımıyla üflenir. Tutuşma, memenin yanındaki iki tutuşturma elektrotu arasında üretilen bir kıvılcımla başlatılır.

Gazlı kazanlarda, tutuşma odasının içinde bir dizi gaz püskürtücü ile ateşleme için bir pilot püskürtücü bulunur. Tutuşma için gerekli hava, ya kazanın içinde bulunduğu odadan sağlanır ya da bir havalandırma kanalıyla dışardan alınır; vantilatör gerekmez.

Katı yakıt kazanları, yanma odasının üstüne yerleştirilmiş dibi açılan kovadan beslenir. Bazen, kazan ızgarasından gerekli havanın içeriye verilmesinde vantilatörden yararlanılır. Katı yakıt kazanlarının dam düzeyinin üstüne uzanan bir bacayla donatılması zorunludur.

Evlerde kullanılan ısı değiştiricileri, genellikle iki türde olur: *Dolaylı; dolaysız.* Dolaysız türde, ısıtılacak hava, ısı değiştiricisinin tutuşma bölümünün üstündeki kanallara doğrudan verilir. Oysa, dolaylı türde, ya-

Dumansız bitüm yakıtı kullanan, katı yakıtlı merkezi ısıtma sistemi. (üstte) Bu birim, sıcak su sağlamanın ve sekiz radyatörü beslemenin yanı sıra, korlaşan yakıtın ışınımı ve kazanının ızgarasındaki deliklerden çıkan havanın taşınımı yoluyla, odayı da ısıtır.
Elektrik tüketimini hem ucuz fiyatta, hem de standart fiyatta ölçen bir ölçme aygıtı. (sağda)
Ucuz elektrikle çalışan ve yaklaşık 20 lt su alan ısıtıcı. (altta)

Sıcak sulu bir merkezi ısıtma sisteminin radyatörü. (üstte) Hava, vantilatörle ısıtıcının içine yerleştirilmiş bir sudan-havaya ısı değiştiricisinin içine verilir. Vantilatör, termostatla denetlenmektedir.

pı bakımından otomobil radyatörüne benzeyen bir radyatör, kazandan gelen sıcak suyla beslenir ve hava, radyatörün arasından üflenir. Evlerde kullanılan ısı değiştiricilerinde, ya öteki kazanlarda kullanılan yakıtlar ya da elektrik kullanılır.

Kazanların ve ısı değiştiricilerin ısı çıkışları, genellikle bir TERMOSTAT yardımıyla düzenlenir. Sıvı yakıt ve gazla çalışan yakıcıların (brülörlerin) söz konusu olduğu durumlarda, termostat, yakıcıya akan yakıtı ayarlayan bir magnetik valfı harekete geçirir. Katı yakıtlı yakıcılarda termostat, vantilatörü denetler.

Bazı ülkelerde, şebeke yükünün az olduğu saatlerde (istemin az olduğu saatlerde), elektrik daha ucuzdur. Bu durum daha çok geceleri ortaya çıktığından, bu türden elektrikle çalışan ısıtıcıların, üretilmiş ısıyı depolama özelliği taşıması istenir. En çok kullanılan yöntem, ısıtma öğelerini, ateş tuğlaları arasına almaktır. Su dolaşımlı merkezi ısıtma sistemlerinde, suya ısı, ya sarmal bir boruyla doğrudan ya da bir havadan-suya ısı değiştiricisiyle dolaylı olarak aktarılır. Sıcak havalı sistemlerde ısı depolama birimi, dolaysız ateşli hava ısıtıcısına benzer biçimde çalışır. Ucuz elektrik ayrıca, odalarda kullanılan bağımsız ısıtıcılarda da kullanılabilir. Bağımsız ısıtıcıların yalın türünde, dışarı verilen ısı miktarı denetlenmez. Gelişmiş türlerde, taşınım akımını ayarlayan damperler vardır. Isıtıcı, istenen miktarda hava verilmesini sağlayan ayarlı vantilatörlerle, daha da kullanışlı hale getirilebilir.

Binaları ısıtmanın bir başka yolu da, tabanın altından geçen ısıtıcı kablolar kullanmaktır. Isıtıcı kablolar genellikle, rayon bir çekirdek üstüne sarılmış ve esnek bir PVC boruya tutturulmuş, elektrik telinden bir ısıtma öğesinden oluşurlar. Bu tür kabloların, tahta tabanların altına döşenmesi ya da beton tabanlara gömülmesi oldukça kolaydır.

Oda ısıtıcıları: Elektrikli oda ısıtıcılarında, ısının üretilmesi için, sarmal bir telden elektrik akımı geçirilir. Işınımlı ısıtıcıların, yandıkları sırada kızaran öğeleri vardır ve ısı, bu öğelerden ışınım yoluyla doğrudan odaya yayılır. Çubuk ısıtıcılarda korlaşan öğenin arkasına, ısıyı odaya yansıtma yoluyla iletmeye yarayan bir yansıtıcı yerleştirilmiştir. Konvektör türü ısıtıcının ısıtıcı öğesi, daha düşük bir sıcaklıkta çalışır. Öğe, altına gelen bölümde bir hava girişi, üstüne gelen yerde de bir hava çıkışı bulunan bir çerçeveye yerleştirilmiştir. Öğenin yakınındaki hava ısınarak genleşir. Yoğunluğu azalan sıcak hava, ısıtıcı boyunca yükselip dışarı çıkar. Sıcak havanın yerini, hava girişinden içeri çekilen soğuk hava alır. Böylece, ısıtıcı içinde, ısıyı odaya dağıtan bir hava akımı ortaya çıkar. Vantilatörlü ısıtıcılar, havanın ısıtıcı öğelerden geçişini sağlamada vantilatör kullanılması dışında, konvektör türü

Ucuz elektrikle çalışan, sıcak havalı bir merkezi ısıtma sisteminin ısıtıcı birimi. (solda) Elektrikli ısıtma öğeleri, ısıyı depolayan ateş tuğlaları arasına sıkıştırılmıştır.

ısıtıcılara benzer. Elektrikli oda ısıtıcılarının bir başka biçimi de, sıvı dolu olanlardır. Isıtıcının içine aşağıdan tutturulan daldırma türü bir öğe, radyatör içindeki sıvıyı ısıtır ve merkezi ısıtma sistemlerinin radyatörü gibi, ısı önce iletim yoluyla çevredeki havaya, sonra da taşınım yoluyla odanın öteki bölümlerine geçer.

Gaz sobalarının tabanlarında, silindir biçimli, ayarlanabilir fitiller vardır. Fitilin ucu, ısıtıcının tabanında bulunan bir gaz deposuna daldırılmıştır. Fitilin uygun biçimde ayarlanmasıyla, ısıtıcı, dumansız mavi bir alev vererek yanar.

Sıcak su sistemleri: Evlerde kullanılan sıcak su, genellikle merkezden ısınan bir kazandan ya da daldırma türünden elektrikli bir ısıtıcıdan elde edilir. Merkezi kazanda ısıtılan su, «sudan-suya» bir ısı değiştiricisi yardımıyla depoya alınır. Böylece musluktan akacak sıcak su ile radyatörler birbirinden ayrılır. Daldırma türü ısıtıcıda, içinde elektrikli ısıtma öğesi bulunan bir metal boru vardır. Isıtıcı çoğunlukla sıcak su deposunun dibine tutturulur ve ısı, tankın içinde, taşınım yoluyla dağılır. Gaz ya da elektrikle çalışan bazı sıcak su ısıtıcıları, suyu yalnızca istendiği zaman ısıtırlar. Bu tür ısıtıcıların doğrudan doğruya soğuk su şebekesine bağlanması gerekir. Endüstri alanında da değişik türde ısıtıcılar kullanılır. Sözgelimi, çelik endüstrisinde FIRIN'lardan yararlanılır. ELEKTRİK SANTRALLARI'nın önemli bir bölümünü de, buhar üreten kazanlar oluşturur.

IŞIĞA DUYARLI CAM

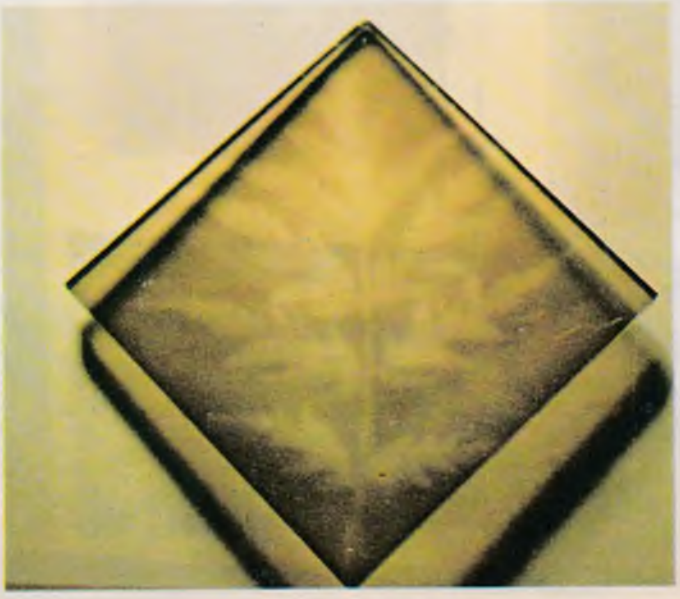
Işığa duyarlı cam, ışığın etkisiyle rengi koyulaşan ya da açılan bir CAM türüdür. *Fotokromik* camda değişme tersinirdir; ama *fotoduyarlı* camda öyle değildir. Ayrıca, fotoduyarlı camın, renklenmesi için ısıtılması gerekir.

Fotokromik cam: Fotokromik cam, belli bir dalgaboyunun etkisiyle, sözgelimi morötesi ışığın ışınımı sonucu, koyulaşır ve ışınım kaynağından uzaklaştırıldığında, yeniden özgün rengini alır. Bu tür camlar, gözlükler için, renk ayarını kendi kendine gerçekleştiren merceklerin yapımında kullanılır. Fotokromik mercekler, morötesi ışık içeren gün ışığında kararak, güneş gözlüğü haline gelir. Gün ışığından uzaklaşıldığında da, yeniden eski haline döner.

Fotokromik cam, yaklaşık 50 angström çapında gümüş halürleri (HALOJEN'lerden türetilen tuzlardır) ile az miktarda bakır oksit duyarlaştırıcı içerir. Gümüş halürlerin (gümüş klorür, gümüş bromür, gümüş iyodür) birbirine oranı, camın duyarlı olacağı ışınımın dalgaboyunu belirler. İçerdiği maddeler arasında gümüş klorürün birinci sırayı aldığı cam, morötesi ışığa duyarlıdır. Gümüş bromür ve gümüş iyodürün eklenmesiyse, tayfın görünür bölümüne duyarlık kazandırır. Fotokromik cam, morötesi ışık aldığında, ışınımın enerjisi, gümüş klorür moleküllerini, kararmaya neden olan gümüş ve klor atomlarına dönüştürür. Bu

Fotokromik camdan yapılmış gözlük camları. (üstte ve altta) Üsteki resimde camlar ışık almadan önce, alttaki resimde de aldıktan sonra görülmektedir. Fotokromik cam, her zaman yeşil renkli değildir. Gün ışığı aldığında koyulaşan kahverengi türleri de vardır. Işık alınca yaklaşık 20 dakikada koyulaşıp, ışık geçirimini % 70'den % 20'ye düşürür.

Camın üstüne bir yaprak yerleştirip güneş ışığına gösterme ve sonra yeniden ısıtma yoluyla fotoduyarlı cama çıkarılan bir görüntü. (altta)



süreç, fotoğraf filminin görünür ışıktan etkilenmesine benzer, ancak arada üç önemli fark vardır. Birincisi, fotokromik camda oluşan gümüş billurları, fotoğraf emülsiyonunda oluşanlardan yaklaşık on milyon kez daha küçüktür. İkincisi, cam oldukça eylemsizdir ve bu nedenle, etkin klor atomları, yanal tepkimelerle yerlerinden uzaklaştırılmazlar. Üçüncüsü, cam geçirgen olmadığından, klor atomları tepkime sınırından öteye kaçamazlar. Morötesi ışınım kaynağı uzaklaştığında, gümüş atomları ile klor atomları yalın bir biçimde yeniden birleşerek, gümüş klorür oluştururlar. Fotokromik camın temel bileşimi, bir alkali metal olan *borosilikat* ya da *metafosfat* cama benzer.

Fotokromik cam, gözlük camlarının yanı sıra, pilotların güneş ışınlarından korunması için, uçak camlarının yapımında da kullanılır. Öteki kullanım alanlarının başlıcaları şunlardır: Optik bilgi saklama ve gösterme sistemleri; ışınım denetimi gerektiren yerlerdeki kaplamalar; ışığa duyarlı ilaç ve yiyecek kapları; bazı yapılardaki güneşlikler.

Fotoduyarlı cam: Camdaki fotoduyarlık olayı, ilk olarak koyu kırmızı camda ortaya çıkarıldı. Kırmızı cam, camın yapımında kullanılan bileşime, bakır ya da altın bileşiklerinin eklenmesiyle yapılır. Cam, ilk yapıldığında renksizdir. Rengini, *tavlanma* ve *yumuşama* sıcaklıkları arasında bir sıcaklığa kadar yeniden ısıtıldığında alır. Camın, yeniden ısıtılmasından önce morötesi ışına tutulması durumunda, son renginin çok daha koyu olduğu anlaşılmıştır. Modern fotoduyarlı cam birleşimleri, bakır, gümüş ya da altın bileşikleri içerir ve yalnızca baştan ısıtılmışlarsa, yeniden ısıtıldıklarında renk alırlar. Baştan ısıtma uygulanmazsa, renksiz kalırlar. Fotoduyarlı cam tabakasına, morötesi ışık kullanılarak fotoğraf negatifinden bir görüntünün yansıtılmasından sonra camın yeniden ısıtılmasıyla, yalnızca ışığın düştüğü alanların kararması, yani görüntünün cama çıkması sağlanabilir.

Altınlı fotoduyarlı cam birleşimleri bir *duyarlaştırıcı* (çoğunlukla *seryum* metalinin bir bileşiği) içerir. Yeniden ısıtmadan önce cam, morötesi ışına tutulduğunda, üç değerlikli seryum İYON'ları (üç artı yük), aşağıda gösterildiği gibi, dört değerlikli seryum (dört artı yük) iyonları oluşturacak biçimde fazladan bir elektron yitirir:

Ce^{+++}	⟶	Ce^{++++}	+ e	
üç değerlikli seryum iyonu	morötesi ışık	dört değerlikli seryum iyonu		elektron

Cam soğukken elektron hareketsiz kalır; ama yeniden ısıtılınca, bileşimindeki altın iyonlarıyla tepkimeye girip, altın atomları vererek camın renklenmesine neden olur:

Au^{+}	+ e	⟶	Au
altın iyonu	elektron	yeniden ısıtma	altın atomu

Bakırlı ve gümüşlü fotoduyarlı camlar, normal olarak duyarlaştırıcıya gerek göstermez, ama renklenme süreci, altınlı camlarınkine benzer. Camda metal atomlarının oluşması, son renklenmeye neden olur:

Cu^{+}	⟶	Cu^{++}	+ e	
tek değerlikli bakır iyonu	morötesi ışık	bakır iyonu iki değerlikli		elektron

Cu^{+}	+ e	⟶	Cu
bakır iyonu tek değerlikli	elektron	yeniden ısıtma	bakır atomu

Fotoduyarlı camlar, görüntüyü oluşturan metal tanecikleri çok küçük olduğundan, optik ölçeklerin ya da *retikül*lerin yapımında kullanılmaya çok elverişlidir. Yeniden ısıtmadan sonra camın soğuması dikkatle denetlenerek, metal taneciklerin boyutu, görünür ışığın dalgaboyunun altında tutulabilir.

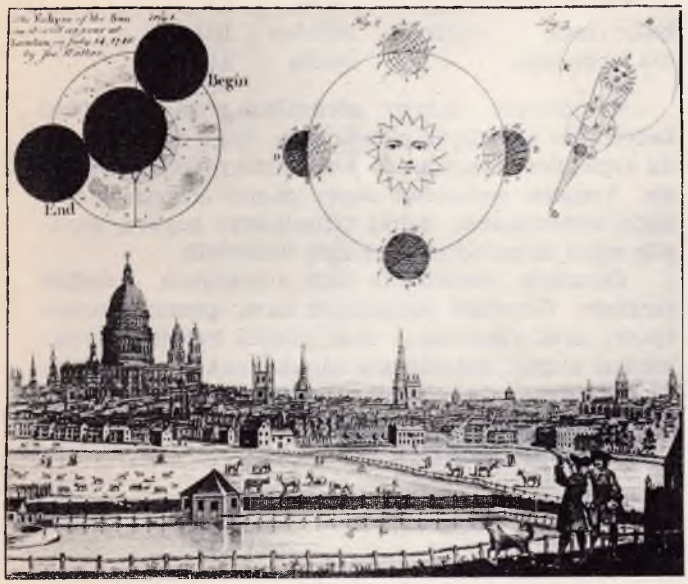
Gümüşlü fotoduyarlı cam, fotokromik camdan farklıdır. Gümüşlü fotoduyarlı cam, gümüş iyonları içerir; oysa, fotokromik cam, gümüş halürü billurlarından oluşur. Fotoduyarlı camda renk bir kez oluştu mu, işlem tersine dönemez; çünkü, metal atomları, oluştuktan sonra, iyon oluşturacak biçimde yeniden tepkimeye girmez.

IŞIK

Işık olayının ne olduğu ve cisimlerin neden göründüğü, günümüzde bile kolayca anlaşılamamaktadır. Bilinen ilk görüntü açıklaması, İ.Ö. VI. yüzyılda Yunan düşünürü Pythagoras tarafından yapılmıştır. Pythagoras, bir cismin görünür olmasının nedeninin, gözden *çıkan* ışık ışınlarının cisme çarpması olduğunu öne sürmüştü. Bu kuram, karanlıkta görememizin nedenini açıklayamıyordu. Bu yüzden Eflatun (İ. Ö. V.yy.), Pythagoras tanımına, Güneş'ten ve incelenen cisimden çıkan «ışınlar»ın da eklenmesi gerektiğini öne sürdü. Daha sonraki birkaç yüzyıl içinde, gerçek açıklama (ışığın Güneş'ten ya da aydınlık cisimlerden yayılarak ve öteki cisimlerden yansıyarak gözümüze geldiği) kabul edildi.

XX. yüzyıla kadar, ışık ışınlarının yapısı konusunda doyurucu bir açıklama yapılmadı. Sir İsaac NEWTON zamanında (XVII. — XVIII.yy.), Newton gibi, ışığın hızla hareket eden taneciklerden oluştuğunu öne sürenler ile ışığı bir dalga hareketi olarak gören Hollandalı fizikçi HUYGENS'e inananlar arasında, ateşli tartışmalar oluyordu. Işığın dalga hareketi olduğunu öne süren kuram, Thomas Young'ın 1801'deki KIRINMA deneyleriyle ve MAXWELL'in özellikleri ışıkla aynı olan ELEKTROMAGNETİK IŞINIM (dalga gibi hareket eden elektrik ve magnetik alanların titreşiminden oluşur) kuramıyla desteklendi. Işınımın yayılması için, bir ortam (ESİR) gerektiği düşünüldü. XX. yüzyılın başında PLANCK ve EİNSTEİN'ın KUVANTUM KURAMI'yla ışığın, salındığında ya da soğurulduğunda, tanecik (yani foton) özelliği gösterdiği ortaya kondu. Bir fotonun enerjisi, ilgili elektromagnetik dalganın dalgaboyuyla ters orantılıdır. Kısa dalgaboylu dalgalar daha yüksek enerjili, uzun dal-

gaboylu olanlar, daha az enerjilidir. Işığın gerçek yapısını kavramak kolay değildir; ama değişik koşullarda ortaya çıkan bir dalga-tanecik *ikilisi* olarak nitelendirilebilir. Einstein'ın «özel» GÖRECELİK KURAMI, ışınımı iletmek için esîre gerek olmadığını da göstermiştir.



Tutulmalar, Dünya ya da Ay'ın Güneş'in ışığını örtmesi sonucu oluşur. (üstte) Ay'ın, Güneş önündeki görüntüsü (Güneş tutulması) keskin, Dünya'nın Ay üstündeki görüntüsü (Ay tutulması) ise bulanıktır. Çünkü Güneş'in, yaklaşık yarım derecelik katı açısı vardır ve noktasal bir ışık kaynağı değildir. Işık kaynağı ne kadar keskinse, gölgeler de o kadar keskin olur.

Selenyum üstüne düşen ışık, bir elektrik akımı ortaya çıkarır. (altta) Fotoelektrik olay adı verilen bu olay, belirli bir değerden kısa (daha güçlü) dalgaboyu gerektirir. Daha uzun dalgaboyları, şiddetleri ne olursa olsun, etkisizdirler. Einstein, bunu ışığın foton kuramıyla açıklamış ve dalga kuramını yıkmıştır.

Tek dalgaboylu ışık, «tekrenkli ışık» (monokromatik) diye adlandırılır ve «koherent» değildir. Başka bir deyişle ışık, her biri saniyenin yüz milyonda biri kadar süren kısa, *dalga katarları*ndan oluşur. Her dalga katarının tepe ve en alt noktaları, birbiriyle gelişigüzel bir ilişkidedir. LAZER ışınının şiddeti, bir ölçüde, bütün dalga katarlarının tepelerinin aynı fazda olmasından, yani «koherent» olmasından kaynaklanır.

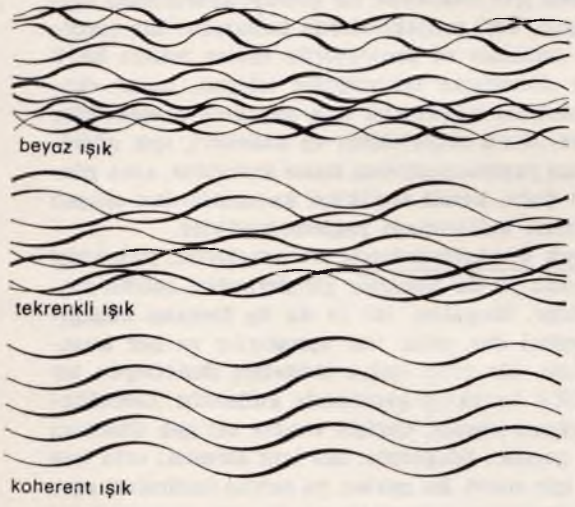
Gördüğümüz cisimlerin çoğu ışık saçmaz, yansıyan ışıkla görünür hale gelir. Cismin yüzeyinde ışığın dalgaboyundan daha büyük düzensizlikler varsa, ışık geriye çeşitli yönlerde yansır *(dağınık yansıma)*. Düzgün yüzeylerdeyse, durum farklıdır. Yüzeye dik gelen ışık, gene dik olarak geri döner *(aynasal yansıma)*. Aynasal yansıma, düzgün yüzeylerde görüntülerin oluşmasını sağlar (Bk. AYNA).

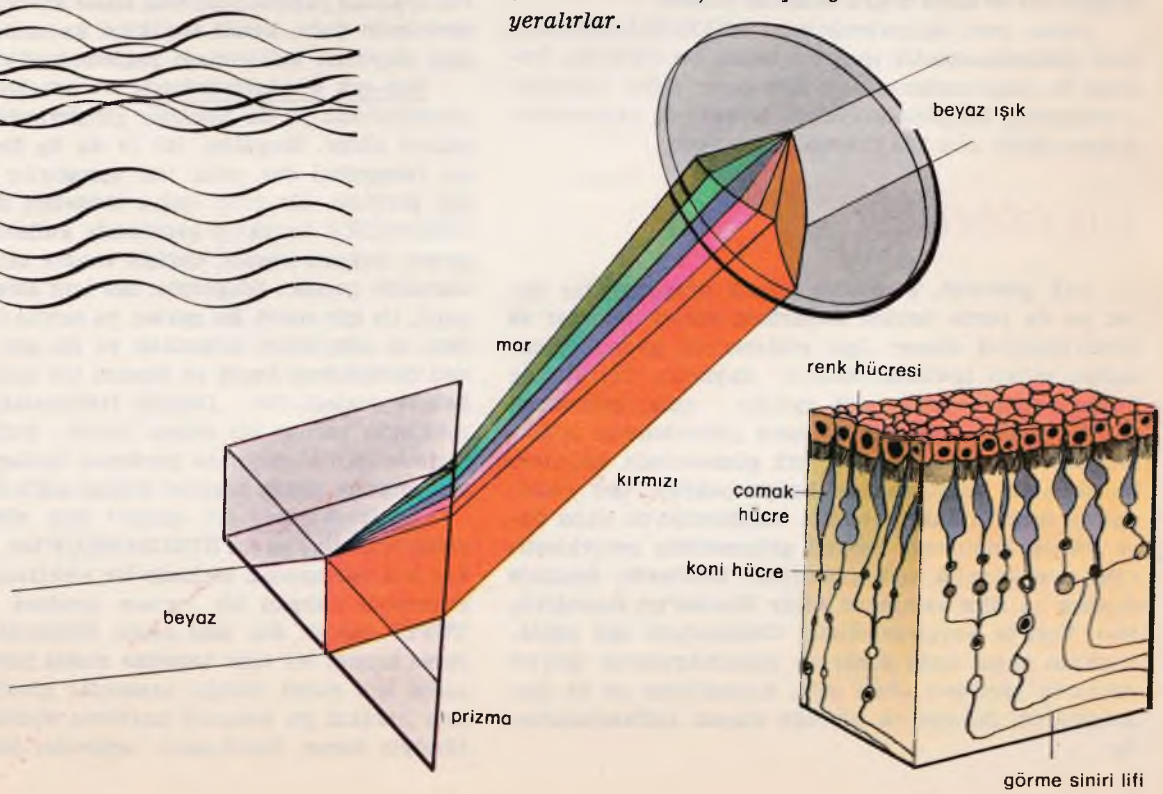
Işığı soğurmayan ya da yansıtmayan saydam cisimler, ışığı geçirirler. Ancak ışık, hızı, içinden geçtiği ortama bağlı olarak değiştiğinden, saydam cisimden geçerken yön değiştirir. «*Kırılma*» adı verilen bu olay, her dalgaboyunu değişik ölçüde etkiler ve böylece kırılan ışık, dalgaboyuna göre yayılır. Bu renk tayfının yapısı ilk olarak 1665'te, Sir İsaac Newton tarafından incelenmiştir.

Görme: Işık, göze eriştiğinde, gözün ön kesimindeki saydam tabakada (kornea) kırılarak, gözün arkasındaki duyarlı tabakada, yani *ağtabaka*da (retina) odaklanır. Odak ayarı, *kirpiksi* kasların, göz merceğinin biçimini değiştirmesiyle yapılır. Böylece, değişik uzaklıktaki cisimler algılanabilir. İris, gözbebeğini açıp kapatarak, göze giren ışık niceliğini ayarlar (parlak güneşte 2 mm, gece 8 mm). Saydam tabaka ile göz billuru ve göz billuru ile ağtabaka arasındaki boşluk-

Gökyüzü ve tan renkleri, ışığın atmosferde saçılmasıyla oluşur. (üstte solda) Güneş ışığı aslında beyazdır; ama hava molekülleri kısa dalgaboylarını dağıttıklarından, gökyüzü ve uzak dağlar mavi görünür. Dolaysız gelen ışınlar, daha kırmızımsıdır; ama bu, ancak güneş batarken ortaya çıkar. (üstte ortada) Gökkuşağı (üstte sağda) ise, havadaki su damlacıklarından geçen ışığın kırılmasıyla oluşur.

Işığın üç özelliği. (altta) Solda beyaz ışık, tekrenkli ışık ve koherent ışık görülmektedir. Ortada, prizmanın beyaz ışığı tayfa ayırışı yeralmaktadır. Renkler, beyaz oluşturacak biçimde yeniden birleştirilebilir. Sağda, ağtabakanın kesiti görülmektedir. Çomak hücreler renklere pek duyarlı değildir. Çomak hücreler ve koni hücreler, daha çok görüntü alanının ortasında yeralırlar.





lar, peltemsi bir saydam sıvıyla doludur.

Ağtabakadaki ışığa duyarlı sinir hücreleri iki türdür. Çomak biçimli hücreler ışık niceliğine, koni biçimli hücreler de dalgaboyuna (renk) duyarlıdır. Ağtabakanın en duyarlı bölümü *(fovea)* yalnızca koni biçimli hücreler içerir. Ayrıca, gözyuvarının arkasında, kan damarları ve sinirlerin geçtiği, hiç duyarlı hücre içermeyen küçük bir gölge daha vardır. Buna «körnokta» denir.

Işık hızı: Işığın vakumda yol alma hızı, çağdaş fiziğin temelini oluşturmuştur. Görecelik kuramına göre, bütün gözlemciler için (kendi hızları ne olursa olsun) ışık hızı aynıdır ve cismin erişebileceği en büyük hızdır. Işık hızının (kısaca *c* ile gösterilir) ilk ölçümü, 1676'da Ole Römer tarafından yapıldı. Römer, Jüpiter uydularının hareketlerindeki değişmeleri gözlemleyerek, Jüpiter ve Dünya yörüngelerinde döndükçe, ışığın Dünya'ya ulaşma süresinin değiştiğini ortaya çıkardı.

İkinci Dünya savaşından sonraki elektronik gelişmelerden önce, belirli bir uzaklığa ışık ışınının gidiş zamanı ölçülerek, *c*'nin gerçeğe yakın değerleri elde edildi. Fizeau yönteminde, bir uca yerleştirilen ayna, ışığı yeniden araştırıcıya yansıtır ve hızla dönen bir dişli çarkla, bu kısa zaman ölçülürdü. Yayınlanan ışık, dişliler tarafından kesilir ve çark, dönme hızı belli bir değere ulaştığında, yansıyan ışığın yolunu kesecek duruma gelirdi. Bu özel hızda, yansıyan ışığın çok zayıfladığı görülür ve ışığın geri dönüş süresi, çarkın hızı ile üstündeki diş sayısından hesaplanırdı. Sonraları, Michelson, vb'nce yürütülen deneylerde, dişli tekerleklerin yerine döner aynalar kullanıldı. Havanın etkisini en aza indirmek için, ışığın vakumda hareketi sağlandı ve daha doğru ölçümler yapıldı.

Daha yeni ölçümlerdeyse, MİKRODALGA'ların, yani elektromagnetik ışınımın başka bir türünün, frekans ve dalgaboylarını ayrı ayrı ölçen radar teknikleri kullanıldı. Bu yöntemle *c*'nin gerçeğe en yakın değeri elde edildi: $c = 299\,792{,}458$ km/saniye.

IŞIK GÖSTERİSİ

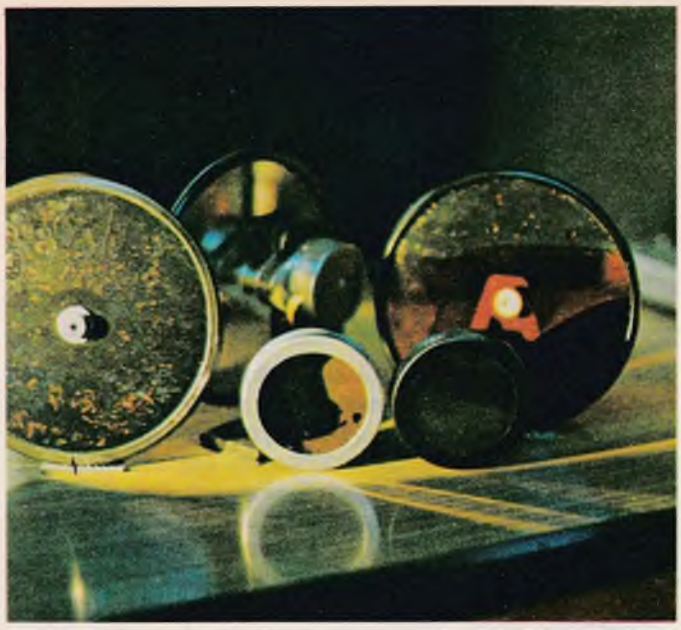
Işık gösterisi, genellikle müzik eşliğinde, bir duvar ya da perde üstüne düşürülen renkli desenler ve görüntülerden oluşur. Işık gösterisinin kökeni, geleneksel sahne ışıklandırmasına dayanır. İki alanda kullanılan araçların çoğu aynıdır. Ama, geleneksel ışıklandırmada amacın yalnızca göstericilerin aydınlatılması olmasına karşılık, ışık gösterisinde, bağımsız bir sanatsal anlatıma ulaşılmaya çalışılır. Işık gösterisinin tarihi oldukça yenidir. Kaliforniya'da daha önce teknik konularda önemli gelişmelerin gerçekleştirilmesine karşılık, ışık gösterileri 1965'lerde, özellikle oyuncu ve film yapımcısı Andy Warhol'un desteğiyle, New York'ta yaygınlaşmıştır. Günümüzde ışık gösterilerinin çoğu, tıpkı dekor ve ışıklandırmanın tiyatro oyununa yardımcı oluşu gibi, konserlerde ya da diskoteklerde, müziğe ek bir öğe olarak kullanılmaktadır.

Işık gösterisinde kullanılan araçlar, birkaç yalın ışık kaynağı ile projektörden oluşabileceği gibi, renkli ışıkların nicelik ve orantılarını denetleyen ışık karıştırıcıların, ışıkları müziğin ritmine ve perdesine göre ayarlayan ses-ışık kutularını, *sıvılı slayd* ve *renk tekerleği* projektörlerini, *stroboskop*ları ve MORÖTESİ lambaları içeren karmaşık bir düzenleme de olabilir.

Projeksiyonlar: Işık gösterisinin en iyi bilinen türü, *sıvılı slayd* görüntüsüdür. *Kuvars-halojen* ampullü (Bk. AMPUL) geliştirilmiş bir slayd projektörü kullanılarak, görüntüler, ya sahne arkasına asılı kumaş ve perdelerin üstüne ya da göstericilerin üstüne düşürülür. Görüntüler, iki ya da daha çok sayıda cam tabaka arasında, genellikle biri yağlı, biri de sulu olan ve birbirine karışmayan iki sıvı birleştirilerek oluşturulur. Ortaya çıkan sıvılı slayd, normal bir saydam fotoğraf gibi, projektörle gösterilir. Zamanla, projektör lambasının ürettiği ısı, slayd içindeki sıvıların kaynamasına yolaçar. Böylece, ışık gösterilerine özgü «baloncuklu» görüntüler ortaya çıkar. Bunun yerine boyalar ve sirke, soda gibi köpürücü bileşimler de kullanılabilir. Bu durumda da, görüntüdeki hareketliliğe, ısı ve köpüklenme neden olur. *Renk tekerlekleri*, merkezlerinden bir dingil geçen, daire biçimli, kenarları yapıştırılmış cam tabakalarla oluşturulan sıvılı slaydlardır. Bu tekerlekler, görüntünün perde üstünde çok yavaş dönmesi için dakikada bir dönüşe ayarlanmış motorla çalışan, özel projektörlerde kullanılır. Bir çerçeve içinde bulunan ve projektörün motor miline bağlı lastik bir döndürme tekerleğiyle işleyen, hazır «kaset» tekerlekleri göstermek için yapılmış projektörler bile vardır. Renk tekerlekleri ve kasetleri, ışık gösterisi araçları yapımcılarından hazır alınabilir, ama göstericilerin çoğu, kendi seçtikleri karışımlardan oluşan özel slaydları kullanmayı yeğlemektedirler.

Ses-ışık dönüştürücüleri: Bu araçlarda, yükseltici çıkışlarından ya da hoparlör girişlerinden, müzik sinyalleri alınır. Sinyaller, iki ya da üç frekans kuşağına (sözgelimi bas, orta, tiz) ayrıştırılır ve her kuşağın gerilimi, bir grup ışığın şiddetini denetleyen bir TİRİSTÖR'ü harekete geçirmede kullanılır. Genellikle her frekans kuşağı, değişik renkte bir ışık düzenini harekete geçirir: Sözgelimi, bas için kırmızı; orta için yeşil; tiz için mavi. Bu ışıklar, ya sahne üstündeki perdeyi ve izleyicileri aydınlatır ya da ışığı yumuşak bir sise dönüştüren buzlu ve desenli bir cam tabakası arkasına yerleştirilir. Değişik frekanslarla denetlenen renklerin karışık bir düzen içinde yerleştirilmesiyle, aydınlatılan alan ya da perdenin, ışıklar canlıymışcasına müziğe uygun hareket etmesi sağlanır.

Stroboskoplar: En çarpıcı ışık efekti, kuşkusuz *elektronik flaş* ya da STROBOSKOP'tur. Saniyede birkaç kez parlayacak biçimde bir elektronik OSİLATÖR devresiyle çalışan bir *ksenon lambası* (Bk. DEŞARJ TÜPÜ) vardır. Bu, eski sessiz filmlerdeki hızlı titremeye benzer bir «göz kırpma» efekti yaratır. Göz, yalnızca ışık yanık olduğu zamanlar gördüğü için, izlenen hareket ya kesintili harekete dönüşür ya da bütünüyle durur. Stroboskop, seyirciler için ilgi çekici-



Işık gösterisi projektörlerinde kullanılan sıvılı renk tekerlekleri. (üstte) Projeksiyon sırasında, görüntüyü değişken kılmak için, tekerlekler yavaş yavaş döndürülür. Büyük tekerleklerin kendi motorları vardır; küçüklerse, kasetler içine yerleştirilir ve projektörün içindeki bir motorla döndürülür.

Dönüştürülecek ses sinyali, aşağıda gösterilen girişlerin herhangi birinden alınır, özel bir filtre tarafından tiz, orta ve bas frekanslara ayrılır. Sonra da, ışıkları azaltan ya da çoğaltan ayrı kumanda devrelerine beslenir.

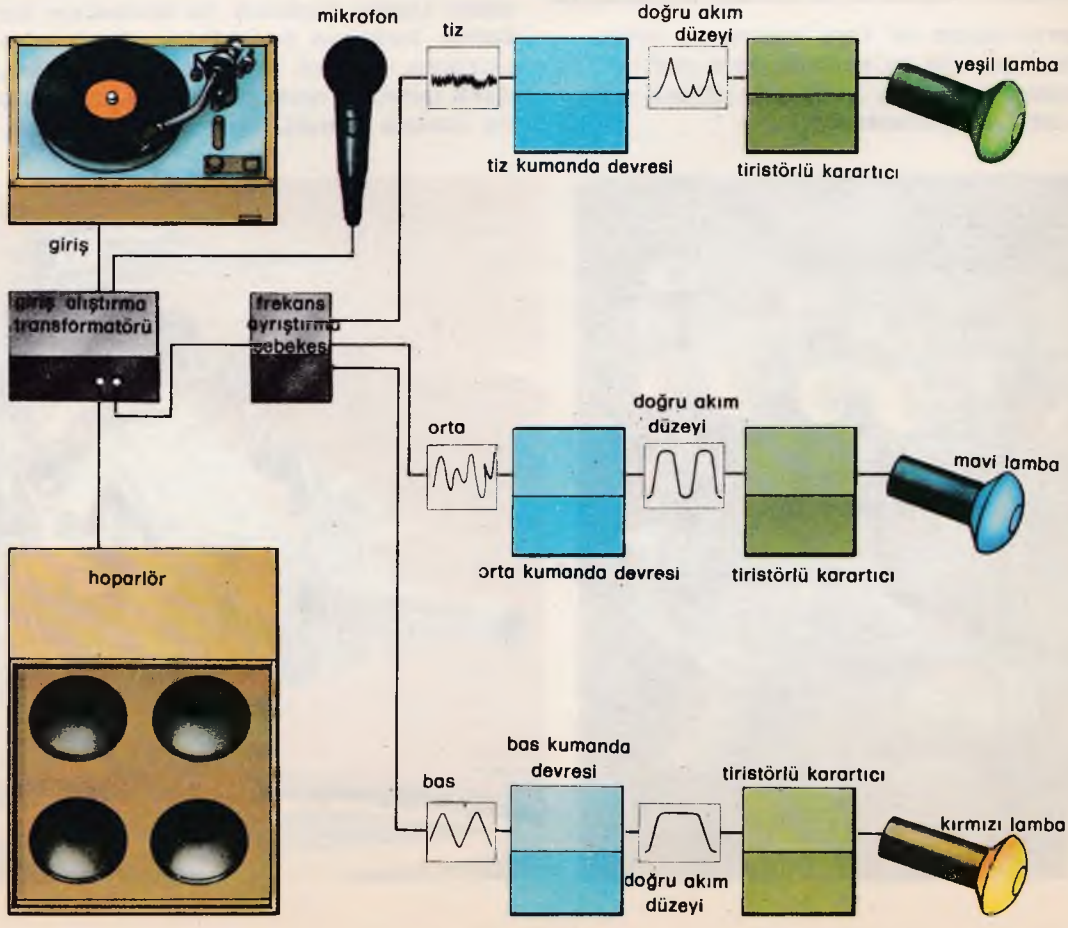
dir; ama müzisyenler, görsel çarpıtmaya neden olarak ellerinin hareketini izlemelerini zorlaştırdığından, strosboskopla çalışmakta güçlük çekerler. Bu aygıtlar, oldukça yüksek gerilimde (300-600 V) çalışır ve gerekli biçimde topraklanmazlarsa tehlikeli olabilirler.

Lambalar oldukça kısa ömürlüdür (bir lamba ortalama 6 000 000 parlama süresince dayanır). Ayrıca, metal elektrotlar buharlaşarak, cam tüpün içinde ince bir metal tabakasının oluşmasına yolaçarlar. Sözkonusu tabaka, ışığın geçişini engelleyerek, lambanın gücünü azaltır. Beyaz ışık ile karanlık arasındaki karşıtlık çok çarpıcı olduğu için, stroboskopların çoğu beyaz ışık verir. Ama üstlerine renkli filtreler yerleştirilmesi, hattâ sırayla yanıp sönen bir lamba düzeniyle çalıştırılmaları olanaklıdır.

IŞIKÖLÇÜMÜ **Bk. FOTOMETRİ**

IŞILETKİNLİK **Bk. RADYOAKTİFLİK**

IŞINIM **Bk. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM; TANECİK FİZİĞİ**



İÇTEN YANMALI MOTOR

İçten yanmalı motorun ortaya çıkışı, daha önce BUHAR MAKİNASI'nın geliştirilmiş olmasına dayanarak gerçekleşmiştir. Her iki motor da, yakıttan elde edilen enerjiyi ısıya dönüştürüp, bu ısıyı, istenilen işi görmede kullanırlar.

Ancak, buhar makinası *dıştan* yanmalı bir makinadır. Çünkü yakıt, pistonu içeren silindirde değil, makinanın başka bir bölümünde yanar. Buhar makinasında odun, kömür ve petrol ürünleri gibi, yanabilen herhangi bir yakıt türü kullanılabilir. Çıkan enerji, bir sıvıyı (genellikle su) ısıtır. Sıcak su buharı, kısıtlı bir hacim içinde (silindirde) genleşerek pistonu iter.

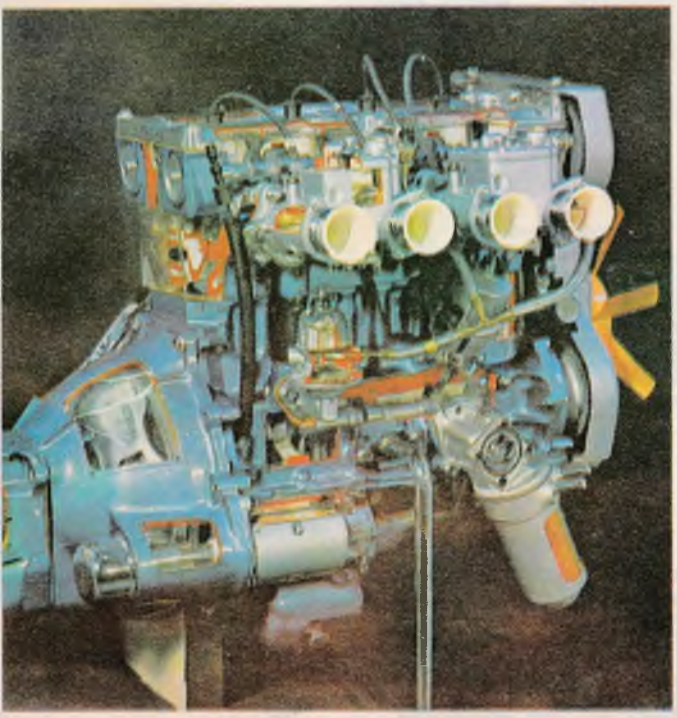
İçten yanmalı motordaysa yakıt, *yanma odası*nda (silindirin üst bölümü) yanar. Yanma, ansızın gerçekleştiğinden, bir patlama oluşturur. Piston patlamayla itilir.

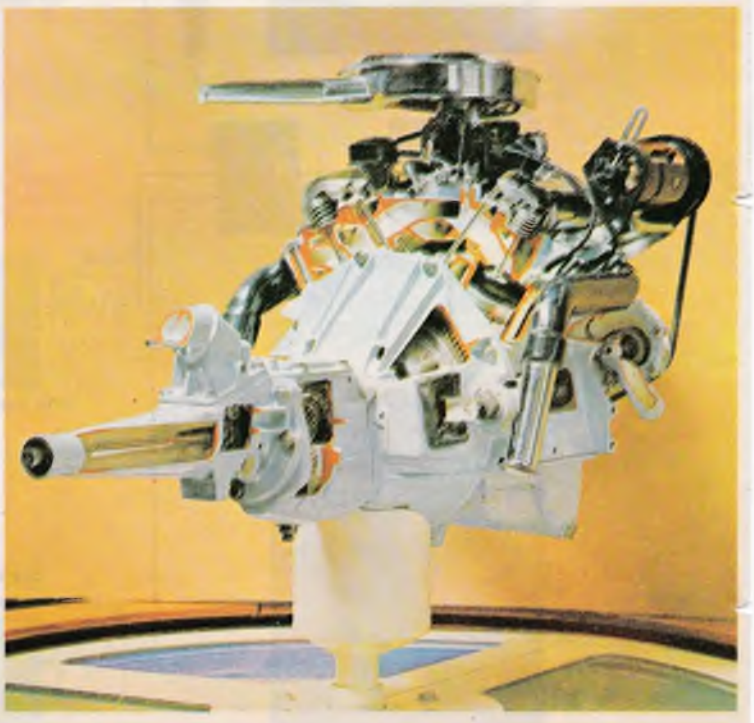
Tarihçe: XVIII. ve XIX. yüzyıllarda buhar makinasında gerçekleştirilen gelişmelerin yanı sıra, mühendislik ve metalürji alanındaki ilerlemeler de, ilk başarılı içten yanmalı motorların yapılmasını olanaklı kıldı: XVIII. yüzyılda James WATT, buhar makinalarında pistonun enerji sızdırmasını önleme amacıyla conta ve segmanlar geliştirdi. Fransız fizikçisi Sadi CARNOT, 1824'te ısı alışverişi biliminin (TERMODİNAMİK) temelini oluşturan kuramları yayınladı. 1800 yılında İngiliz mühendis Henry Maudslay, makinaların duyarlı parçalarını üretecek kapasitede TORNA tezgâhları yaptı. 1850'lerde, petrolün damıtılmasıyla, daha hafif ve verimli yakıtlar elde edildi.

1860'ta Fransız mühendis J.J.E. Lenoir, yakıt olarak aydınlatma gazı (bir tür havagazı) kullanan, yeni ve başarılı bir makina geliştirdi. Bu, gerçekte buhar makinasının değişik bir türüydü. 1867'de de Otto ve Langen, yalnızca bir yönde dönüp, ters yönde güç ileten BİLYA KİLİTLİ KAVRAMA biçimli bir debriyaj içeren ve dişli ile kollar yardımıyla hareketli pistondan aldığı gücü şafta ileten bir makina yaptılar.

1862'de Alphonse Beau de Rochas, günümüzün otomobillerinde de kullanılan *dört zamanlı* motora ilişkin kuramı yayınladı. De Rochas'nın ileri sürdüğü kuram, karışımın sıcaklığının yükselmesini sağlayan sıkıştırma sürecini kapsıyordu. De Rochas, dört zamanlı motorun, egzoz gazlarının atılıp, karışımın yanma odasına girmesi açısından *iki zamanlı* motordan

Yüksek performanslı bir Ford motorunun kesiti. (altta) İki kam milli bu motorda, kam mili ile yaylar, kafanın arkasında görülebilir. Krank mili de bloğun altında yeralmaktadır.





daha verimli olduğunu da belirtmişti.

İki zamanlı motorda, yakıtın yanma odasına alınması, yanması ve dışarı atılması, pistonun her gidiş gelişinde (yani krank milinin her dönüşünde) gerçekleşir. Dört zamanlı motordaysa, bu işlem için pistonun iki kez gidip gelmesi (yani, krank milinin iki dönüş yapması) gerekir. İki zamanlı motor krank miline, dört zamanlı motorun iki katı kadar güç aktarır; ama başka etmenler eşit olduğu zaman, dört zamanlı motor, gaz alıp boşaltma yönünden çok daha etkilidir. İki zamanlı motorun bir başka sakıncalı yanı da, yanmayan yakıtın, yanmış gazlarla birlikte dışarı atılması yüzünden, ekonomik olmamasıdır.

1876 yılında Otto ve Langen, «sessiz» Otto motorunu yapmaya başladılar (bu motor eskisine oranla daha sessizdi). Yakıt karışımını yakmadan önce sıkıştıran bu dört zamanlı model, ilk modern içten yanmalı motordu.

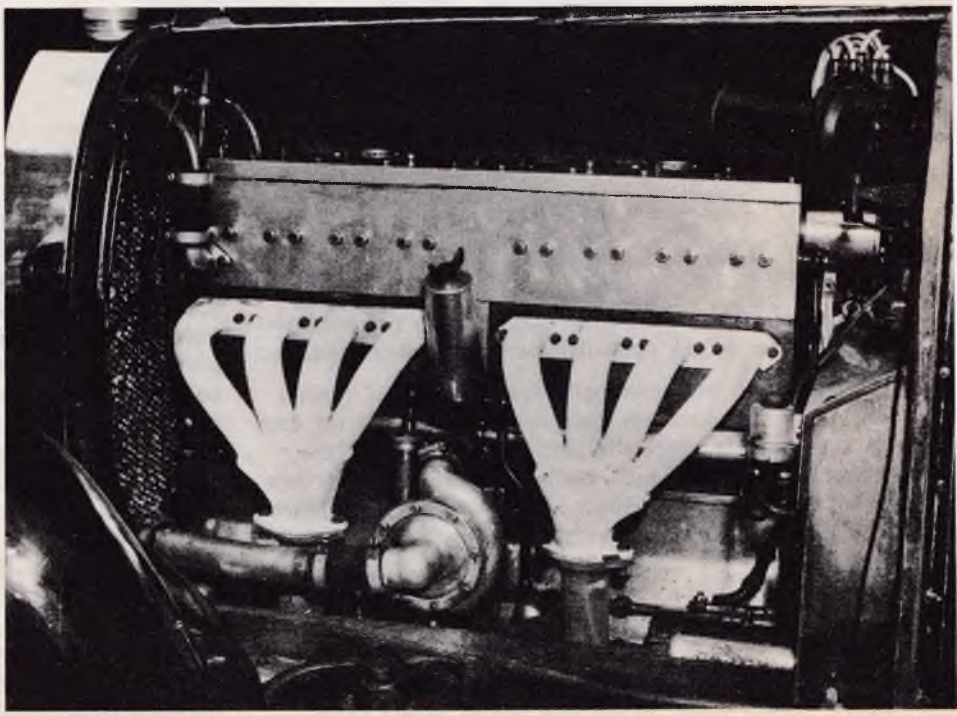
Dört zamanlı motor: Dört zamanlı motor şu biçimde çalışır: Pistonun ilk aşağı doğru hareketinde, emme supabı açılır ve yakıt karışımı, yanma odasına dolar. Bunu izleyen yukarı harekette, bütün supaplar kapanır ve yakıt karışımı sıkışır. İkinci aşağı doğru hareket başlamadan hemen önce, yanma işlemi gerçekleşir. BUJİ'nin oluşturduğu bir kıvılcım, yakıt karışımını ateşler ve genleşen gazlar, pistonu aşağı iter. İkinci yukarı hareketteyse, egzoz supapları açılır ve yanmış gazlar dışarı atılır. Bu yüzden «dört zamanlı» *(emme, sıkıştırma, yanma* ve *egzoz)* diye adlandırılır.

Yakıt karışımı, yakıt ile havanın uygun oranda karışmasını sağlayacak biçimde, KARBÜRATÖR tarafından hazırlanır. Yakıt olarak genellikle benzin kullanılır; ama gazyağından (kerosen), uçak yakıtına kadar her türlü yakıtla çalışacak içten yanmalı motorlar yapılabilir. Karbüratörün iyi ayarlanması gerekir: Karışım yetersiz olursa (yeterli oranda yakıt içermezse) motor iyi çalışmaz; karışım çok zengin olursa, bujilerde, supaplarda ve yanma odasının iç yüzünde karbon birikerek, aşırı yakıt tüketimine ve motorun veriminin düşmesine neden olur.

İki zamanlı motor: İki zamanlı motorun, yukarda sözü edilen bütün işlemleri bir iniş-çıkış hareketi içine sığdırması gerekir. Yakıtın alınıp atılması yetersiz ve etkisiz olduğundan, uygun karışımı sağlamak da çok güçtür. Günümüzde de bazı motosikletlerde, küçük otomobillerde ve çimen biçme makinalarında, küçük iki zamanlı motorlar kullanılır. Ama bunlar yakıta karıştırılan yağ nedeniyle hava kirlenmesine yolaçarlar.

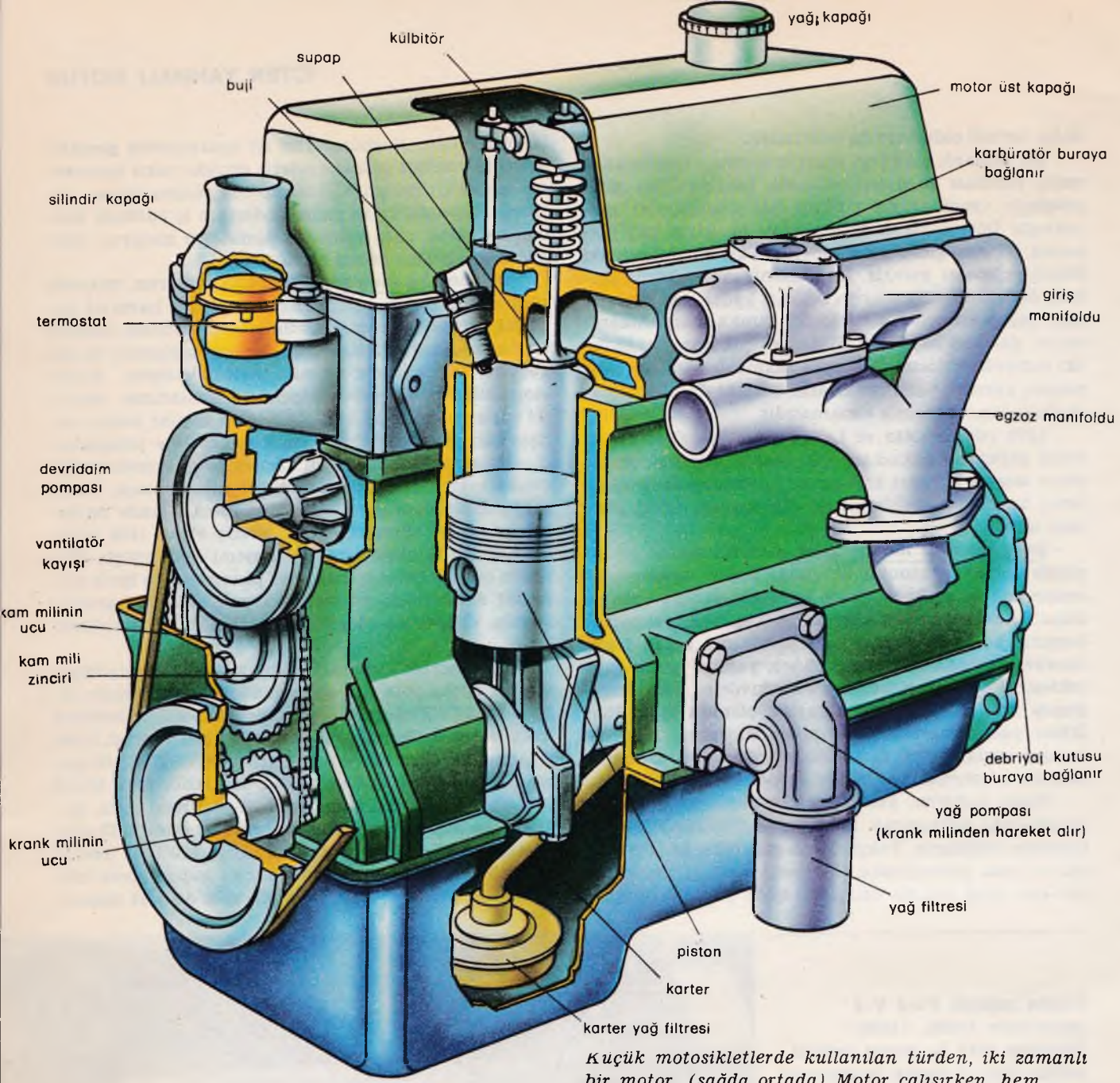
İki zamanlı motorların karışımı alıp atmalarından doğan sakıncaları gidermenin bir yolu, motora, karşıt yönlerde hareket eden ve aynı yanma odasını paylaşan pistonlar yerleştirmektir. Henry Ford, 1896 yılında yaptığı ilk otomobilde bu sistemi kullanmıştı. Sistemin önemli bir sakıncası, her pistonun ayrı bir krank milini döndürmesi ve bu iki krank milinin hareketlerinin, dişlilerden oluşan bir düzenekle birleştirilmesidir.

İki zamanlı motorun egzoz sistemini geliştirmenin bir başka yolu da, egzoz gazlarının enerjisiyle çalışan bir SÜPERŞARJÖR olan *türboşarjörü*, silindirlere hava basmada pompa gibi kullanmaktır. Türboşarjör, alışılmış karbüratör yerine, YAKIT PÜSKÜRTME sistemine bağlanır. Modern DİZEL MOTORU'nda, emme zamanında yalnızca hava emilir. Sıkıştırma oranı, 12 - 25 arasındadır (benzin motorlarında bu oran, 6-10 arasındadır). Böylece, havanın sıcaklığı 550°C'ın üstüne çıkar. Yakıt bu anda püskürtülür ve bujiye gerek kalmadan hemen ateşlenir. Hem iki, hem de dört zaman-



Üstten supaplı Ford V-4 motorunun kesiti. (solda) Pistonun üstü ve supap sistemi sağda, blok ile kapak kesitlerinin içinde görülmektedir.

1928 model tek sıra 8 silindirli motor. (sağda) Egzoz supaplarından çıkan sekiz egzoz borusu, iki boru halinde birleşmektedir. İçten yanmalı motorların çeşitli türleri yapılmıştır. Genellikle radyal olarak düzenlenen uçak motorlarında, titreşimi azaltma amacıyla tek sayıda silindir bulunur. Bir dizel lokomotifin V-16 motorunun ağırlığı 15 tonu bulabilir. Otomobil motorlarıysa, 1,2,3,4,5,6,8 ya da 12 silindirli olabilir.

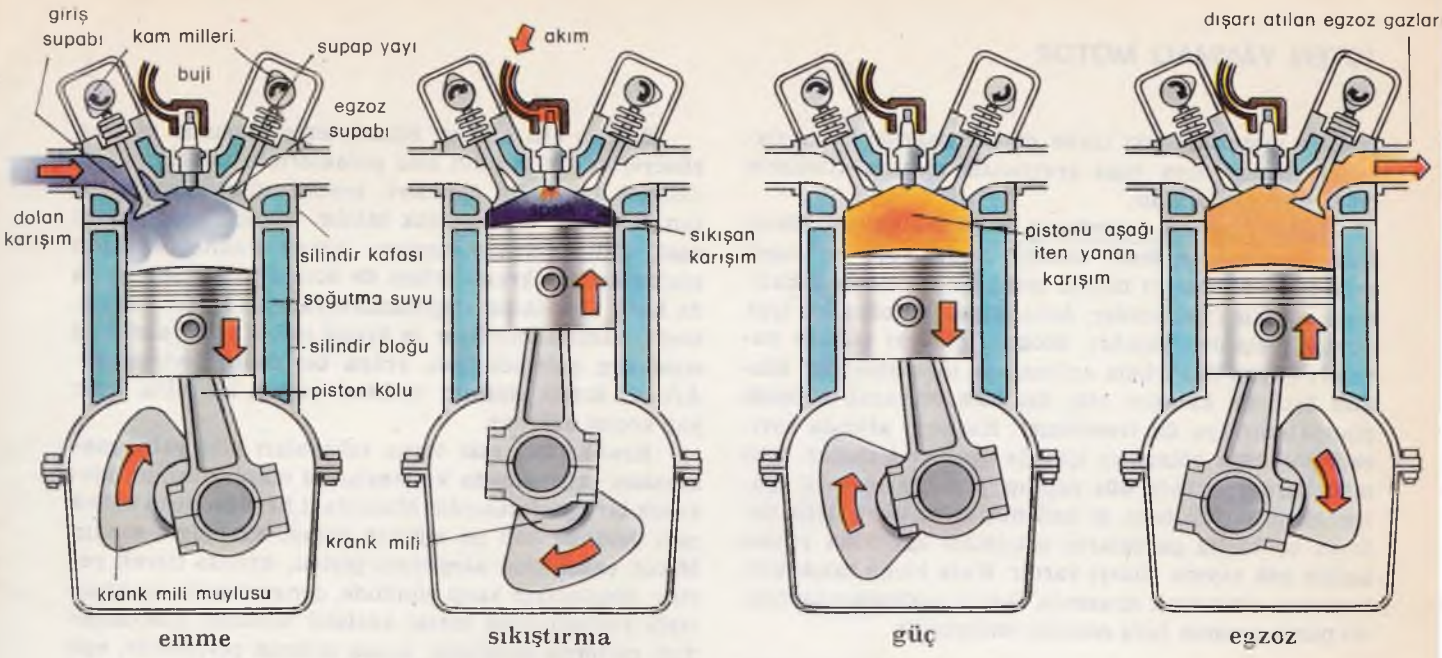


Küçük motosikletlerde kullanılan türden, iki zamanlı bir motor. (sağda ortada) Motor çalışırken, hem silindirden, hem de pistonun altındaki krank bölümünden yararlanır. Piston yükselerek üstündeki karışımı sıkıştırırken altında da alçak basınç oluştuğundan, karışım, giriş borusundan krank bölümüne dolar. Motorda supap kullanılmaz; giriş borusunu piston kapatıp açar. Piston en üst noktaya varınca, silindirdeki karışım ateşlenir ve piston aşağı inerken egzoz borusunu açar. Egzoz gazları silindirden dışarı atılırken aşağı inen pistonun sıkıştırdığı karışım, taşıma borusu aracılığıyla silindire geçer. Pistona özel biçim verilerek, karşım ile egzoz gazları daha iyi ayrılabilir.

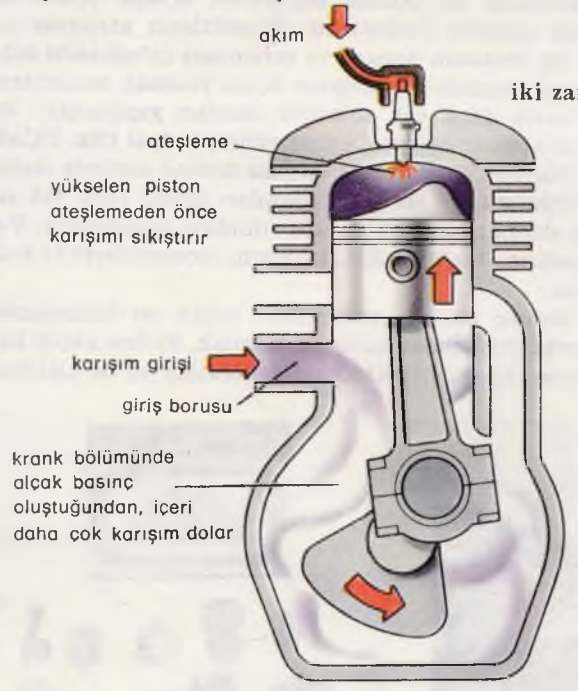
Benzin püskürtmeli kademeli motorun zamanlarından bir bölümü. (sağda altta) Karışım iki aşamada yanar: Önce pistonun içine oyulmuş taç biçimli bölmede; daha sonra da bütünüyle bu bölmenin dışında. Böylece, çıkan gazlar daha temiz olur ve yakıt tüketimi biraz azalır.

Supapları alışılmış külbitör çubuklarıyla çalışan, dört silindirli bir küçük otomobil motorunun kesiti. (üstte)

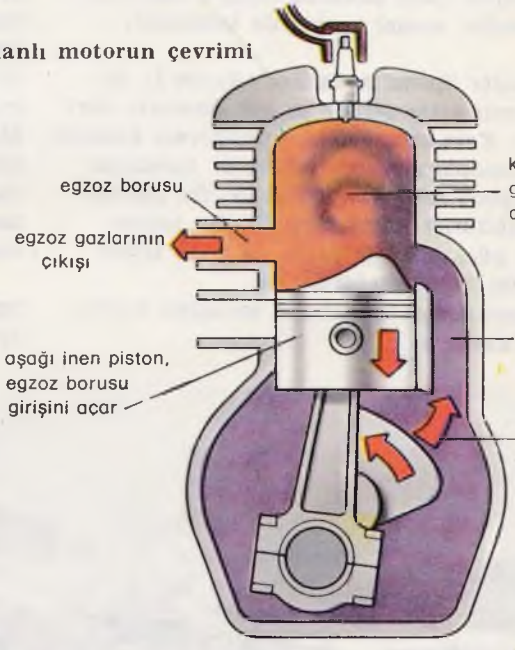
Dört zamanlı motorun çalışması. Resimdeki (sağda üstte) motor, daha iyi anlaşılması için üstte iki kam miliyle birlikte gösterilmiştir. Krank milinin yarı hızıyla dönen kam mili, bir turda her supabı bir kez açar. Emme: Dönen krank mili, pistonu aşağı çekerek silindirde vakum oluşturur; giriş supabı açılır ve karışım içeri dolar. Sıkıştırma: Krank mili pistonu yukarı iterek karışımı sıkıştırır; piston yükselmesini tamamlayınca, buji ateşlenir. Güç: Buji tarafından ateşlenen karışım, genişleyerek pistonu aşağı iter ve krank milini çevirir. Egzoz: Piston yeniden yükselir; egzoz supabı açılır ve yanmış gazlar dışarı atılır.



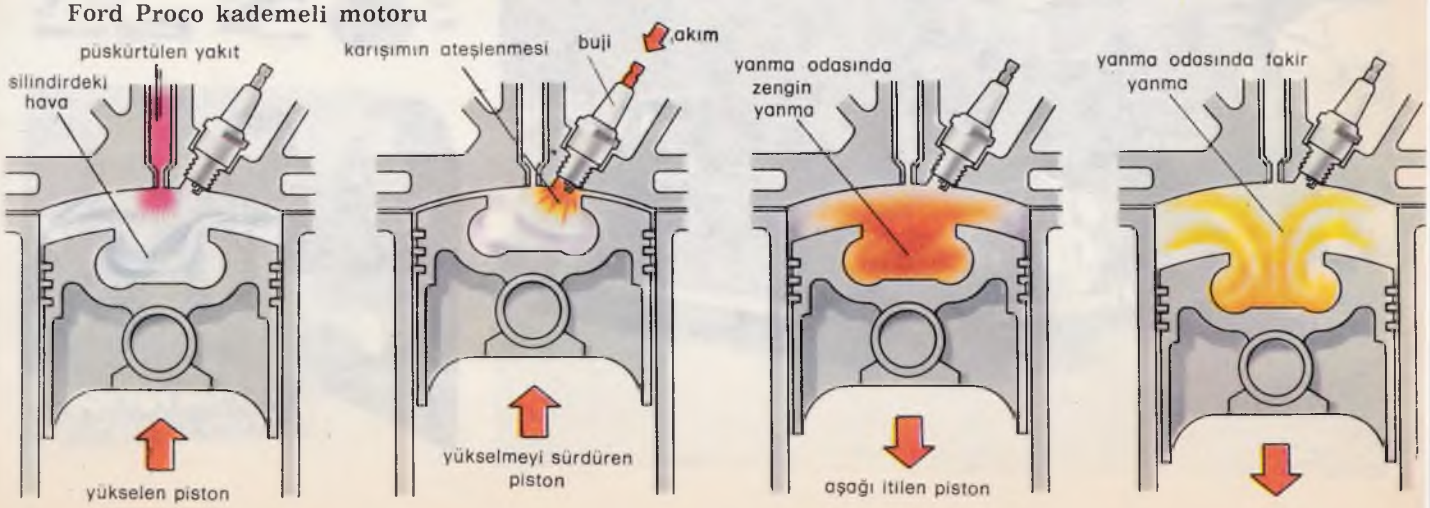
dört zamanlı motorun çevrimi



iki zamanlı motorun çevrimi



Ford Proco kademeli motoru



lı dizel motorları (iki türde de türboşarjör kullanılabilir) vardır; ama taşıt araçlarına takılan dizellerin çoğu, dört zamanlıdır.

İçten yanmalı motorların öteki özellikleri: Motor monte edilmeden önce, *silindir bloğu, kafa* ve *krank mili* gibi bölümlerin birçok mekanik işlemden geçirilmesi gerekir (bazı miller, daha dayanıklı olmaları için, dövme metalden yapılır). Bloğun içindeki silindir yuvaları büyük duyarlıkla açılmalı ve taşlanmalıdır. Bloğun üstü ile kafanın altı, üst üste oturacak biçimde planyalanır (ya da frezelenir). Kafanın altında ayrıca, sıkıştırma bölmeleri için de oyuklar bulunur. Bazı modellerdeyse, kafa düz yapılıp, pistonların üstü oyulur. Hem bloğun, hem de kafanın, düzeltilen, delik delinen ve başka parçaların takılması için vida yuvası açılan çok sayıda yüzeyi vardır. Kafa bloğa takılırken, motorun sıkıştırma sırasında basınç sızdırmaması için, iki parça arasına *kafa contası* yerleştirilir.

Bloğun altı açıktır. Silindirlerin arasında yeralan yüzeye, krank milinin *ana yataklarının* takılması için delikler açılır. Bu deliklere, krank milini yerinde tutan yataklar, vidalanarak takılır. Silindirlerde yukarı aşağı gidip gelen pistonları krank miline bağlayan *piston kolları*, krank milini de döndürürler. Saçtan ya da hafif bir döküm alaşımından yapılan *karter kapağı*, bloğun altına vidalanır ve krank milini içine alır. Yağ sızmasını önlemek için, araya bir conta yerleştirilir. Ayrıca, krank milinin bloktan çıktığı iki uçta birer yağ keçesi bulunur.

Krank mili, eski torna tezgâhları gibi yalın makinaları çalıştırmada kullanılan el manivelasının, mekanik bir uyarlamasıdır. Motordaki her silindirin krank mili üstünde, mil ile birlikte dönen bir muylu vardır. Motor çalışırken, ateşlenen piston, krankı iterek çevirir. Muyluların karşı yönünde, dengeyi sağlama amacıyla yerleştirilmiş metal kütleler bulunur. Çok silindirli motorda muylular, krank milinin çevresinde, eşit uzaklıklarla ve dönme hareketini ortaya çıkaracak uygun açılarla yerleştirilir. Silindirlerin ateşleme sırası da, motorun dengeli ve sarsıntısız çalışmasını sağlayacak biçimde zamanlanır. İçten yanmalı motorların 16, hattâ daha çok silindirli olanları yapılmıştır. Bu motorlarda silindirler, karşıt yönlü, radyal (Bk. UÇAK MOTORU), V-biçimli ve bir sıra üstüne dizilmiş olabilir. Günümüzde en çok kullanılan motor türü, tek sıraya dizilmiş dört ya da altı silindirli motorlardır. V-8 motorlarsa özellikle A.B.D. yapımı otomobillerinde kullanılır.

Krank milinin motordan çıkan ön bölümünün ucunda, bir kasnak bulunur. Kasnak, üstüne geçen kayış aracılığıyla DİNAMO'yu (jeneratör) ya da alterna-

---

Dünyanın en küçük içten yanmalı motoru olan Cox 0,010 cm³'lük motor, model uçaklarda kullanılır. (Resim 1)

Triumph Dolomite Sprint'in kafası. (Resim 2) Bu motorda kam mili üstte yeralır ve her silindirin dört supabı bulunur. Kam mili, emme supaplarının üstünde döner; egzoz supaplarına ise külbitörler kumanda eder. Supap yayları resimde görülebilir. Ön planda da kam ve külbitörler görülmektedir. Bu yapım biçimi, yüksek güç, daha az parça ve daha temiz egzoz gazları gibi özellikleri birleştirir.

Balonlara doldurulan gazla çalışan, savaştan kalma taşıt araçları. (Resim 3)

3

1

2

törü, su soğutmalı motorlarda da devridaim pompasını (Bk. SOĞUTMA SİSTEMLERİ) çalıştırır. Krank mili ayrıca, bir dişli yardımıyla yağ pompasını da (motorun yağlanması için) çalıştırır.

Kam dişlileri de krank miline bağlıdır. Bunlar genellikle, bloğun içinde bulunan *kam mili*ni, krank milinin yarı hızıyla döndüren bir çift dişliden ya da birbirlerine zincirle bağlı iki ayrı dişliden oluşur. Kam mili, supapları ve karışımı gereken anda ateşlemek için DİSTRİBÜTÖR'ü çalıştırır. Supaplar bloğun içinde yeralıyorsa motor, *yandan supaplı, kafadan supaplı, düz kafalı* ya da *L-kafalı* türden olabilir. Bu türlerde supap, doğrudan doğruya KAM milinden hareket alır. Motor *üstten supaplı* türdense, supaplar ile kam mili arasında, hareketi ileten tapetler, çubuklar ve külbitörler bulunur. Bu tür motorlarda onarım amacıyla supaplara ulaşmak için silindir kapağını sökmek yerine, kafanın üstünde bulunan bir metal kapağı sökmek yeterlidir. Başka bir modeldeyse, kam mili de üstte yeralır. Bu modele, «*üstten kamlı* motor» denir.

Bütün modellerde supaplar yaylıdır ve her silindirde en az iki supap bulunur (emme ve egzoz supapları). Motorun verimli çalışması için avans ayarı çok önemlidir. Yüksek performanslı bazı motorlarda, her silindirin dört supabı olabilir. Bazı uçak motorlarında, üstü delikli bir borudan oluşan hareketli parçanın, gidip gelme hareketiyle dolup boşalmayı sağladığı, *sürgü supaplar* kullanılır.

Motorun arkasında, krank milinin bloktan çıktığı yerde, mil, güç iletimini sağlayan parçalara bağlanır. Otomobillerde bu parçalar, DEBRİYAJ, DİŞLİ KUTUSU, OTOMATİK TRANSMİSYON ve gücü tekerleklere ileten DİFERANSİYEL'den oluşur. Bu kuralın dışında kalan bir örnek, Hollanda yapısı DAF otomobilidir. Söz konusu araçta, sayılan parçaların hiç biri alışılmış biçimde değildir. Aracın hareketini bir varyatör sağlar. Koni biçimli yüzeyin üstünde ileri geri kayan kayış, sonsuz değişebilen çevrim oranları sağlar ve diferansiyelin görevini üstlenir.

İçten yanmalı motorun en yüksek hızını, öteki etmenlerin yanı sıra, karışımın yanma odasına verilme hızı da kısıtlar. Bu yüzden, yüksek performanslı motorlara, basıncı artırma amacıyla süperşarjörler takılabilir.

Beygirgücü deyimi, ilk kez Watt tarafından buhar makinasını değerlendirme amacıyla ortaya atılan bir ölçüdür. İçten yanmalı motorların beygirgücü, krank milinin dönmesini engellemek için ne kadar kuvvet gerektiğini DİNAMOMETRE'yle ölçme yoluyla bulunur. Bu yüzden, beygirgücünün değeri verilirken, bu ölçünün, krank milinin hangi devir sayısında yapıldığını da belirtmek gerekir.

İçten yanmalı motorların biçimini, silindir sayısı, piston kolunun boyu, *sıkıştırma oranı* (yanma odasının hacminin, sıkıştırma sonunda pistonun üstünde kalan hacme oranı) ve motorun kuramsal verimini etkileyen çeşitli etmenler belirler. Bu etmenler, motorun kullanılış amacına göre de değişir. İçten yanmalı motorların toplam ağırlığı, çim biçme makinalarındaki birkaç kiloluk motordan, 15 tonluk V-16 tipi DİZEL-ELEKTRİK TAHRİĞİ'yle çalışan lokomotiflere kadar değişir.

İKLİMLEME

İklimleme (ya da klimatizasyon), kapalı yerlerde sürekli elverişli hava koşulları ve düzenli temiz hava akımı sağlanmasıdır. Kentlerde, yalıtılmış çift camlı pencereler kullanılarak, gürültü ve tozdan arınmış sessiz ortamlar yaratılabilir. İklimleme yönteminin ortaya çıkışıyla yapı tasarımcıları, ışık ve hava kaynağı olarak yalnızca pencerelere bağımlı olmaktan kurtulmuş ve bitki, havuz gibi öğelerle güzelleştirilmiş geniş iç alanlardan yararlanmaya başlamışlardır. İklimleme, yeraltı ulaşım şebekelerinde, sinema ve tiyatrolarda, büyük mağazalarda, hastanelerde, yüksek işyerlerinde ve iklim koşullarına duyarlı birçok endüstri dalında zorunludur.

Kullanılan yöntemler: Ortamın gerektirdiği koşullara göre arıtılan, ısıtılan (ya da soğutulan) ve nemlendirilen (ya da kurutulan) hava, saçtan yapılan ya da yapım sırasında duvar içine açılan kanallardan, bütün binayı dolaşır.

Büyük bir iklimleme sisteminde çeşitli bölümler vardır. Her sistemde bütün bölümler bulunmaz. Bütün sistemlerde bulunması zorunlu olan bölümlerse, televizyon alıcısı büyüklüğündeki bir kutuya sığabilir.

Temiz hava önce, binanın içini dolaşmış olan havayla karışacağı bölüme girer. Orada, temiz havanın yalnızca küçük bir bölümü gereklidir. Karışmış hava, iki aşamalı bir filtre bölümüne gelir. İlk aşamada, yalnızca iri taneli tozlar tutulur. Ham pamuk yapısında lifli bir ortam olan ilk filtre, kirlendiğinde değiştirilebilen bir levha biçiminde olabileceği gibi, elektrikle çalışan döner tipte de olabilir. Bunu, genellikle elektrostatik türde olan ve sigara dumanı gibi ince tanecikleri süzen, ikinci filtre izler. İkinci filtrede toz tanecikleri yüksek gerilim verilerek yüklenir ve karşıt kutuplu bir plakada toplanır.

Sıcaklığın düzenlenmesi, havanın iki boru grubu arasından geçirilmesiyle sağlanır. Bir grup boruya sıcak su ya da buhar, öteki gruba da soğuk su ya da soğutucu bir sıvı verilir. Havalandırılan odada, istenen sıcaklık derecesine ayarlanmış (genellikle elektrik rezistanslı) bir termostat vardır. İstenen sıcaklık derecesi ile gerçek sıcaklık derecesi arasındaki fark, sıcak ya da soğuk boruların otomatik olarak devreye sokulmasını sağlar.

Bundan sonraki bölümde koku filtreleri bulunur. Etkinleştirilmiş karbondan oluşan bu filtre, havadaki koku moleküllerini soğurur. Filtrenin, içinde biriken artıklardan arındırılması için, zaman zaman ısıtılarak yeniden etkinleştirilmesi gerekir.

Son olarak, havadaki nem derecesini ayarlamak için nemlendirme işlemi yapılır. Bu işlem, havaya ya buhar ya da çok küçük damlacıklı su püskürtülerek gerçekleştirilir. Nemlendirme işlemi, elektriksel direnci havadaki nem oranına göre değişen bir aygıtın, ortama yerleştirilmesiyle denetlenir. Havanın nemini

azaltmak gerekiyorsa, sıcaklığı ayarlama aşamasında, hava önce soğutulur, sonra yeniden ısıtılır. Bu süreç sırasında nem, soğuma borularında yoğuşup kalır.

Havanın sistemde akışı, genellikle, motoru su çarkını andıran bir radyal vantilatörle sağlanır. Pervanenin ortasından giren hava, yanlardan savrulur. Bu tür bir pervane, sistem büyük ve çok kanallı da olsa, oldukça bol miktarda havayı harekete geçirir.

Sistemin çalışırken çıkardığı gürültünün duyulmaması için, pervanenin önüne susturucular takılır. İklimleme sisteminde susturucular, çoğunlukla ses soğurucu bir malzemeden yapılmış, kapalı odacıklardan oluşur.

Susturucudan çıkan hava, metal kanallar aracılığıyla odadaki «dağıtıcı»lara gelir. Dağıtıcılar çeşitli biçimlerde yapılabilir: Duvara açılmış ince yarıklar ya da ızgaralar; tavan kenarındaki ağızlar; tavana delinmiş delikler; vb.

İklimleme sistemleri: En küçüğünden en büyüğüne kadar, bütün iklimleme sistemlerinde aynı ilkelerden yararlanılır. Oda tipi küçük birimler, yıkanabilir filtre, soğutucu KOMPRESÖR ve elektrikli ısıtıcıdan oluşur.

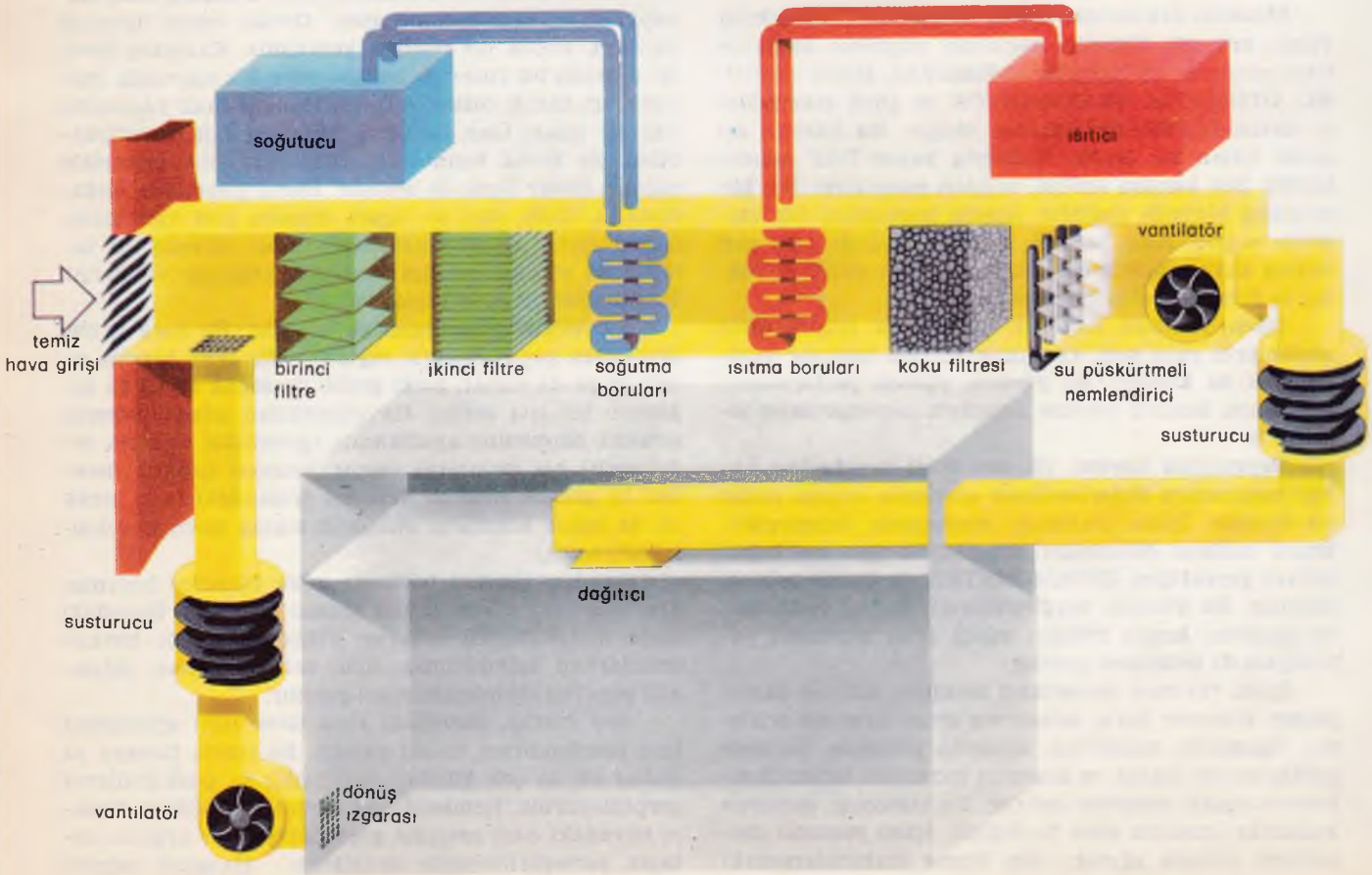
Daha büyük hacimlerde daha güçlü sistemler kullanılır ve soğutucu bölüm (kompresör ve yoğuşturucu), binanın dışına yerleştirilir. Büyük binalarda başlıca üç sistem kullanılır: *Tüm havalı; sulu-havalı; tüm sulu.* Tüm havalı sistemde, iklimleme santralı, istenilen miktarda havayı belli bir sıcaklıkta verir. Ayrıca, binanın çeşitli odalarına ya da bölümlerine, son sıcaklık denetimi için yerel kanal ısıtıcıları yerleştirilir. Bir başka seçenek de, biri sıcak biri soğuk hava ileten iki kanal kullanmaktır. İki kanaldan gelen hava karıştırılarak, istenen sıcaklığa getirilir. «Değiştirilebilir hacim» sisteminde ise, üflenen havanın sıcaklığı yerine, miktarının ayarlanmasıyla sıcaklık denetimi yapılır.

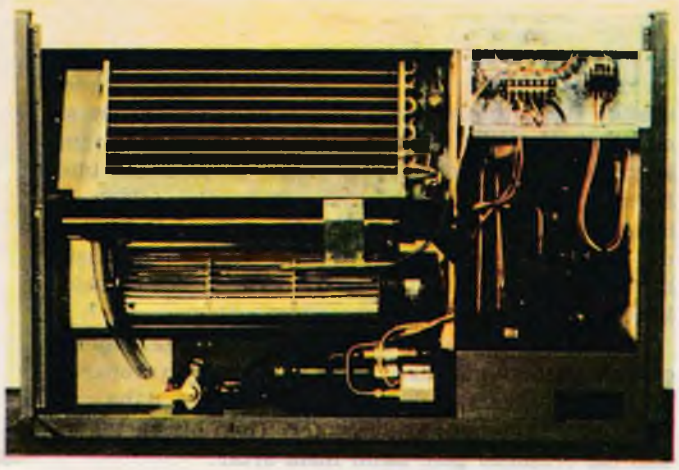
Sulu-havalı sistemde santral, yalnızca havalandırma için gerekli olan temiz havayı sağlar. Ayrıca, her odada, soğuk ya da sıcak suyla çalışan ısıtıcı ya da soğutucular vardır.

Sulu sistemde santral, yalnızca soğutma ya da ısıtma suyunu sağlar. Temiz hava, odalardaki havalandırma panjurlarından elde edilir.

Sulu-havalı ve sulu sistemler daha küçük kanallıdır, daha ekonomiktir ve daha sessiz çalışır; ama, bütün havanın sürekli denetlendiği havalı sistemler kadar verimli değillerdir.

Büyük binalarda kullanılabilecek tüm havalı sistemin çizimi. (altta) Çizimde kolay anlaşılması için, yalnızca bir tek oda gösterilmiştir. Hava odadan dönüş ızgarası yoluyla (altta solda) çıkar ve dışardan gelen temiz hava ile karışıp iki filtreden geçer. Filtreden, soğutma ve ısıtma borularına, oradan da nemlendiriciye geçen hava, susturucu yoluyla odaya gelir.





Pencerelere takılan küçük bir oda iklimleme aygıtı. (üstte) Resimde kapağı çıkarılmış olan bu aygıtta, büyük iklimleme sisteminin bütün öğeleri küçültülmüş olarak bulunmaktadır: Üstte solda bir boru demeti, onun altında bir radyal vantilatör, altta sağda soğutucunun kompresörü, üstte sağda ise termostatın elektronik devresi görülmektedir. Filtreler fotoğrafta görülmemektedir. Aygıta susturucu takılmamıştır.

Günümüzde iklimleme: Günümüzde iklimleme, daha çok, ana sorunun yazları yapıların serin tutulması olduğu büro, mağaza, süpermarket, lokanta ve eğlence yerlerinde kullanılmaktadır. Modern yapılarda lambaların verdiği ısı, insanlar ve büyük pencerelerden giren güneş nedeniyle, rahatsız edici bir sıcaklık oluşur. Oldukça serin olan bazı ülkelerde, yazın pencerelerden giren güneş ışığı, dışarda 16°C olan sıcaklığı, içerde 32°C'a çıkarabilmektedir.

Yapay aydınlatmanın yarattığı ısı, bazı binaların kışın gereksindiği ısıyı sağlayacak düzeydedir. Bu nedenle, bu tür binaların planı, özel olarak bu işleve uygun biçimde yapılır: Lambaların oluşturduğu sıcak hava toplanarak, iklimleme sistemine verilir.

İklimleme, ameliyathanelerde de büyük önem taşır. Ameliyathanelerdeki havanın, mikroptan ve tozdan arındırılması gerekir. Endüstri alanındaysa iklimleme, üretim sürecinin ya da ürünün gerektirdiği ortamı yaratmak bakımından önemlidir. Sözgelimi, transistör üretiminin yapıldığı yerlerde hava, doğada olabileceğinden çok daha temizdir.

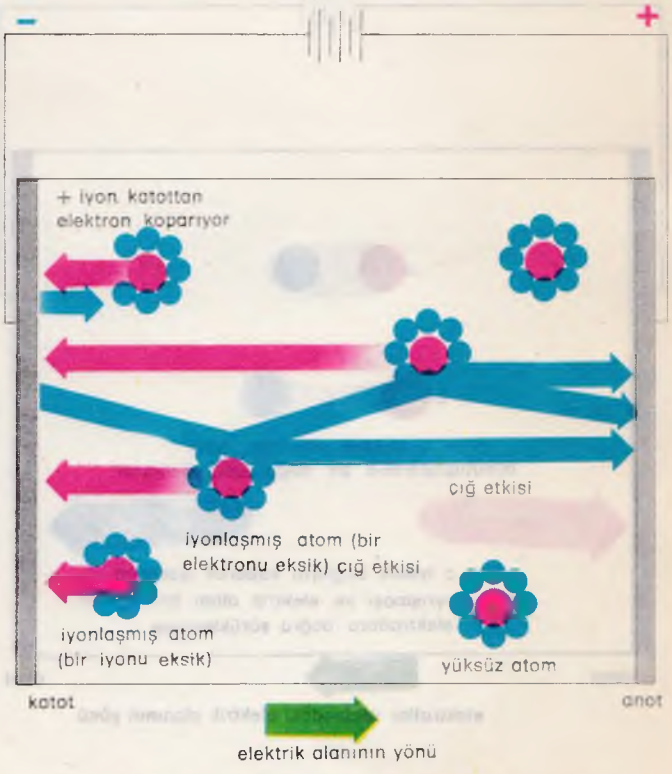
İklimleme sistemiyle donatılmış en büyük hacim, Cape Kennedy'deki (Florida) roket montaj hangarıdır. Bu hangarın yüksekliği 160 m, eni ve boyu ise 150 m'dir. Buradaki soğutma sistemi, günde 7 500 ton suyu buza dönüştürebilecek güçtedir.

İklimleme dalında, gelecekte, üstü kapalı kentlerde ısıtma ve soğutma yapmak ve yer altında uygun yaşam koşulları oluşturmak gibi tasarımlar üstünde çalışılmaktadır.

İLETİM, ELEKTRİKSEL

Yüklü tanecikler, elektrik alanının (Bk. ALAN VE KUVVETLER) etkisi altında hareket ettiklerinde, elektrik akımı oluşur. Elektrik alanı bir potansiyel farkıdır (akımın aktığı bir yokuş olarak tanımlanabilir) ve birim uzaklık başına voltla, genellikle de volt/metre cinsinden ölçülür. Sözgelimi, pilin kutupları arasında potansiyel farkı (elektrik alanı) vardır. Kutupları birbirine yaklaştırmak ya da gerilimi yükseltmek, farkı ve alanın gücünü artıracaktır. Tıpkı yokuş aşağı yuvarlanan topun, eğim arttıkça hızlanması gibi, potansiyel farkının artması da, yüklü taneciklerin hızlanmasını sağlar.

Bir elektrik alanında, serbest eksi yüklü tanecikler, artı elektrota (anot), artı yüklü tanecikler de eksi elektrota (katot) doğru hareket ederler. İki tür yük de hareket edebildiğinde, akım, ikisinin toplamından oluşur. ELEKTRON'lar, küçük ve hareketli, eksi yüklü taneciklerdir. Maddelerdeki iletim olayında başlıca rolü oynarlar. Artı yüklü tanecikler olan PROTON'lar ise, daha büyüktür. Bunların kütlesi, elektronlarınkinden yaklaşık 1 800 kez fazladır. Ayrıca, birçok atomda protonlar, nötronlarla (yüksüz tanecikler) bir araya gelerek, daha da büyük bir kütle oluşturur ve elektronlara göre daha hareketsiz kalırlar. Maddelerin çoğu (katı, sıvı ya da gaz) kararlı ve yüksüz atomlar ile moleküllerden oluşur. Başka bir deyişle, proton sayısı, elektronlarla dengelenir.



Bir elektrik kıvılcımının oluşumu. (üstte) Oda sıcaklığındaki gazda bazı artı yüklü atomlar (iyonlar) bulunur. Bunlar katoda çekilirler. Serbest elektronlar da anoda çekilirler ve daha çok elektron koparak doğal gaz atomlarıyla çarpışırlar. Böylece oluşan akım, bir kıvılcım biçiminde görülür.

Maddelerde elektrik iletimi üç yoldan gerçekleşir: Elektronlar bağlı oldukları atomlardan koparılırlar (iyonlaşma daha çok gazlarda görülür); iyonik bağlı kimyasal maddelerde, atomların elektrik alanının etkisiyle kopabilen gevşek bağlı iyonlar iletimi sağlar; metallerde bir «bulut» halinde bulunan elektronlar, elektrik alanıyla kolayca hareket ederek iletimi gerçekleştirirler.

Yüklerin «top»a benzetilmesi, elektrik akımının bazı maddelerdeki özelliklerini açıklamada yetersiz kalmaktadır. Doyurucu bir açıklama için, fiziğin daha karmaşık bölümlerini (kuvantum mekaniği gibi) incelemek gerekir.

Bazı maddelerin elektriği ötekilerden daha iyi ve kolay iletmesi, *iletken* ve *yalıtkan* terimlerini doğurmuştur. Üstün iletkenler (süperiletkenler) dışında, yüklerin hiç bir dirençle karşılaşmadan hareket edebildiği kusursuz bir iletken ya da hiç hareket etmediği kusursuz bir yalıtkan yoktur.

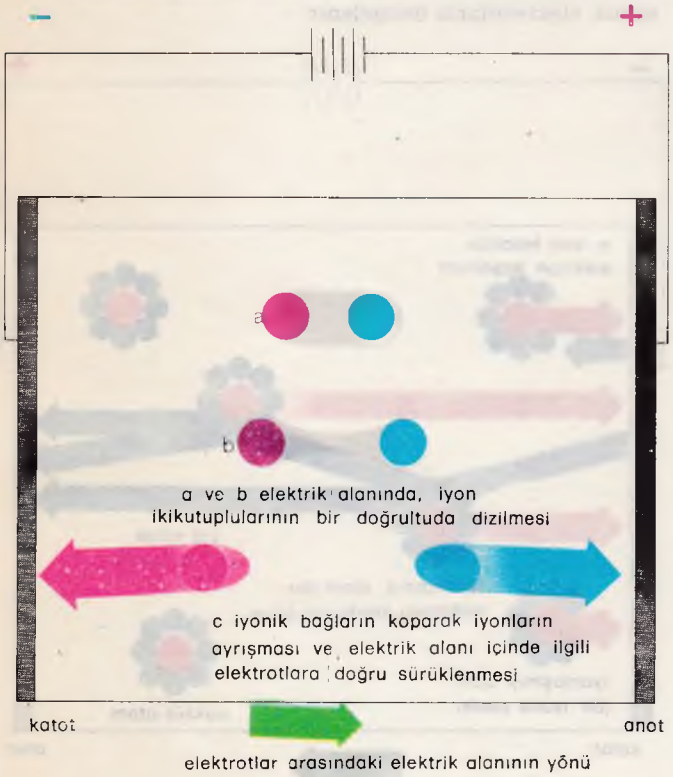
Gazlarda iletim: Pilin kutupları birbirine yaklaştırıldığında, aralarında bir kıvılcım oluşur. Bu, havada elektrik iletiminin görünür belirtisidir. Ancak, kıvılcımın görülmesinden önce, kıvılcımın oluşmasında rol oynayan bir «görünmeyen» olaylar dizisi vardır.

Hava, yüksüz gaz atomları ile moleküllerinden oluşur. Gaz atomlarının hareketlerinden (gazın sıcaklığına bağlı ısıl enerji) dolayı, elektronları atomların dış yörüngelerinden koparan çarpışmalar olur. Bu olay, serbest elektronlar ve artı iyonlar (elektronlarını yitirdikleri için artı) oluşturur. Elektrik alanında, artı iyonların ve elektronların hareketleri, küçük bir elektrik akımı yaratır (bir amperin 10^{12}'de birinden küçük).

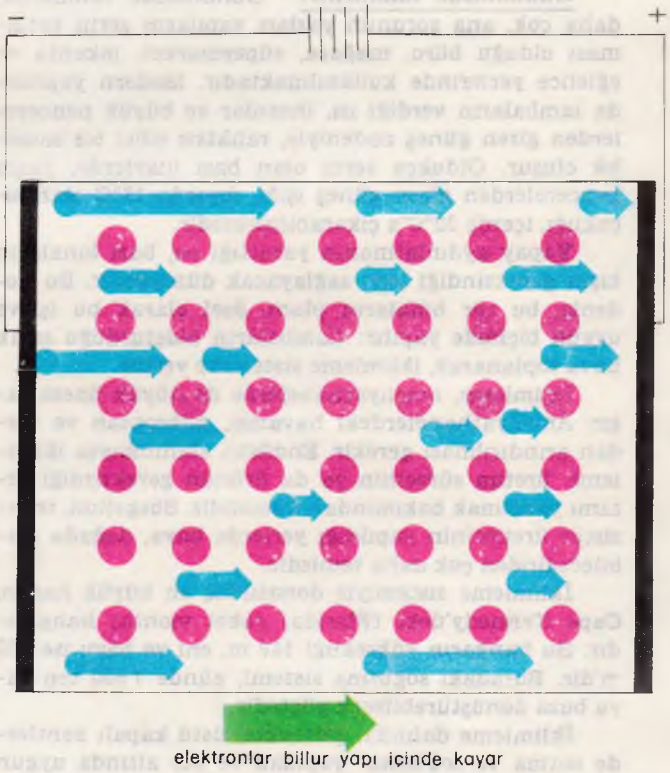
Elektriksel alanın kuvveti arttıkça, elektronlar, çarpıştıkları atomlardan daha çok elektron koparabilecek yüksek hızlara ulaşırlar. Böylece, daha çok elektron ve artı iyon ortaya çıkar. Tıpkı bir kartopundan çığ oluşması gibi, akım hızla artar.

Ayrıca, katoda ulaşan bazı artı iyonlar, metalden elektron koparacak düzeyde enerjiye ulaşarak, boşaltım akımını daha da artırır. Gaz daha çok uyarılır, sıcaklık artar ve bu enerjinin bir bölümü IŞIK fotonları olarak yayılır. Gazdaki boşalım, görünür hale gelir.

İki elektrot arasındaki hava basıncı azaltılırsa, akımın geçmesi için çok daha düşük bir gerilim yeterli olur. Bunun nedeni, ne yoldan olursa olsun, serbest duruma geçen elektronların, seyrek gaz tanecikleriy-



Çözelti içinde iletim. (üstte) İyonik maddeler, elektriksel olarak eksi iyonlarla bir arada bulunan artı iyonlardan oluşur. Bu tür maddeler suda çözündürüldüğünde, elektriksel alan etkisiyle bağlar kopabilir: Artı iyonlar katoda, eksi iyonlar anoda hareket eder. Böylece, elektrik devresinden bir akım geçer.



Katı metalde iletim. (üstte) Metaller çok iyi iletkenlerdir. Metal atomlarının dış yörüngelerindeki bir ya da iki elektron, serbestçe hareket eder. Bu elektronlar, bir elektriksel alan uygulandığında, sürekli olarak anoda doğru giden bir «bulut» oluştururlar. Böylece akım geçer.

le hiç çarpışmadan yüksek hızlara ulaşma olanağı bulmalarıdır (basınç, hava taneciklerinin sayısını artırdığından, hızlanmayı engelleyen bir etmendir). Böylece, yeterli enerjiyle atomları iyonlaştıran ve yoğun bir ışık oluşturan çarpışmalar gerçekleşir. Bu tür iyonlaşmanın başlıca örnekleri arasında, reklam ışıklarında ve sokak lambalarında kullanılan DEŞARJ TÜPÜ sayılabilir.

İyonik maddeler ve çözeltiler: Sofra tuzu (sodyum klorür: *NaCl*) billurunda, eksi yüklü klor iyonları, artı yüklü sodyum iyonlarına bağlanmıştır. Billurdan geçirilecek elektrik akımı, artı iyonları katoda, eksi iyonları da anoda doğru harekete geçirir. Billur yapısında iyonlar çok sık ve sağlam olduklarından, hareket çok yavaş olur. Tuz ısıtılıp eritilirse, hareket çok daha kolay olur ve akım daha da yükselir.

İyonların hareketini artırmanın başka bir yolu da, billuru SU'da çözündürmektir. Molekülleri kolaylıkla hidrojen ve oksijen iyonlarına ayrışmadığı için, arı su, iyi bir yalıtkandır. Bununla birlikte, içinde herhangi bir iyonik madde çözeltisi bulunduğunda, hareketi kolaylaştıran bir ortama dönüşür.

Metaller: En iyi elektrik iletkenleri, metallerdir. Metallerin atom çekirdekleri, elektron «bulutu»yla çevrili düzenli billur yapılar oluştururlar. Metal atomlarının dış yörüngelerinden gelen elektronlar (her atomdan bir ya da iki tane) bir gaz molekülü gibi olduklarından, elektronlar için «bulut» ya da «gaz» terimi kullanılmaktadır. Bu nedenle, en küçük elektrik alanları bile, çok büyük akımlar oluşturur. Elektronlar aynı zamanda ışıkla etkileşerek, metallere parlaklık ve opaklık (saydam olmama) gibi özellikler kazandırır.

Elektronlar düzenli billurdan, herhangi bir engellemeyle karşılaşmadan geçerler. Yapıdaki en ufak düzensizlikler bile, bir saçılmaya ve bu nedenle de iletkenlikte azalmaya yolaçar. Düzensizlikler çoğu kez, atomların ısıl titreşimlerinden (ısıdan dolayı) oluşur. Sıcaklık yükseldikçe titreşim artar, elektronlar daha çok saçılır ve iletkenlik azalır. Bazı alaşımların katılması ve arı olmayan metallerin kullanılması da, billur düzenini bozup iletkenliği düşürür.

Elektrik iletkeni olarak kullanılacak olan metal, olabildiğince çok hareketli elektron «bulutu» içermeli, kolaylıkla arılaştırılabilmeli ve atomlarının ısıl titreşimlerinden doğan direnç düşük olmalıdır. Bu özellikleri taşıyan metaller arasında ilk akla gelen örnek, sodyum metalidir; ama sodyum elektronları, kolayca ısıl saçılmaya uğrar. Oda sıcaklığında (ve üstünde) GÜMÜŞ, en iyi iletkendir. İkinci iyi iletken de bakırdır. Bu iki metal kolayca arılaştırılabilir. Elektrik alanında kullanma amacıyla, arılık oranı %99,97'yi geçen binlerce ton bakır üretilmektedir.

Yalıtkan ve yarıiletkenler: Yalıtkanda bütün elektronlar, atomlarına sıkı sıkıya bağlıdırlar ve iletken «bulut» oluşturmazlar.

YARİİLETKEN'lerde, atomların bazı elektronları, yalıtkanlardaki kadar sıkı bağlı değildir. Atomların ısıl titreşimi, birkaç elektronu hareketli bir «bulut» oluşturmaya iterek, iletkenliği sağlayabilir. Metallerle karşılaştırıldığında bunların iletkenliği oldukça düşüktür; ama metallerin tersine bunlarda, sıcaklık yükseldikçe ve «bulut» haline geçen elektron sayısı arttıkça, iletkenlik de artar. Belli bir sıcaklıkta, özel olarak seçilen bazı maddelerin eklenmesi iletken elektronların yoğunluğunu artırır, böylece iletkenlik de artar.

Üstün iletkenler: Bazı metal ve alaşımlar, mutlak sıfıra (—273°C) kadar soğutulduklarında, ansızın elektriksel dirençlerini yitirirler. Devreye bir kez verilen akım durmadan akar. Buna ÜSTÜN İLETKENLİK (süperiletkenlik) denir. Üstün iletkenliğin birçok kullanım alanı vardır; ama, gerekli düşük sıcaklığın elde edilmesi, bazı teknolojik zorluklar ortaya çıkarır. Üstün iletkenlerde elde edilen çok yüksek akımların yanı sıra, oluşan güçlü magnetik alanlar da çeşitli biçimlerde yararlı olur: Sözgelimi, yüksek hızlı trenlerde ve benzeri alanlarda uygulamalar geliştirilmektedir.

İNDİRGENME Bk. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME

İNDÜKSİYON BOBİNİ

İndüksiyon bobini, düşük gerilimden yüksek gerilim sağlayabilme amacıyla kullanılan bir aygıttır. İlkeleri, ilk olarak Michael FARADAY (1791-1867) tarafından ortaya konmuş ve XIX. yüzyılda A.H.L. Fizeau ile A. Apps gibi birçok araştırıcının katkısıyla geliştirilmiştir. 1900'lerin başında, indüksiyon bobinleri, düşük basınçlı gazlar içinde elektrik boşalımı sağlama amacıyla kullanılmış, X IŞINLARI ve katot ışınları, bu çalışmalar sonucunda bulunmuştur.

Sistem, iki yalın bobinden oluşur: Birincil sargı, bir demir çekirdek çevresine sarılmış, birkaç yüz sarımlı, yalıtılmış kalın bir bobindir: ikincil sargı ise, birincil sargı üstüne sarılmış, ince ve yalıtkan birkaç bin tel sarımından oluşur.

Birincil sargı devresi, tıpkı zil (Bk. ZİL, ELEKTRİKLİ) devresinde olduğu gibi, sürekli açılıp kapanan düşük gerilimli bir doğru akım kaynağına bağlıdır. Kaynaktan gelen akım, bir düz çelik yaya bağlanmış giriş ucundan geçer ve birincil bobine girer. Bobinin yumuşak demirden çekirdeği, mıknatıslanarak, giriş ucunu çeker. Uç çekilince devre açılacağından, alan kesilir ve bobin çekirdeği mıknatıslığını yitirir. Bu sırada çelik yay, ucu, ilk konumuna getirir. Böylece işlem, saniyede birçok kez yinelenir.

İndüklenme: Birincil sargıda oluşan magnetik akı, ikincil sargıları da içine alır. Akım kesildiğinde, magnetik alan yok olur ve ikincil sargıda yüksek bir *elektromotor kuvvet* (ya da *emk;* voltla ölçülür) *indüklenir*. Lenz yasasına göre, indüklenen *emk*, birincil alandaki değişimlerin tam tersi yönde magnetik alanlar oluşturur.

İndüklenen *emk*'in büyüklüğü, yaklaşık olarak

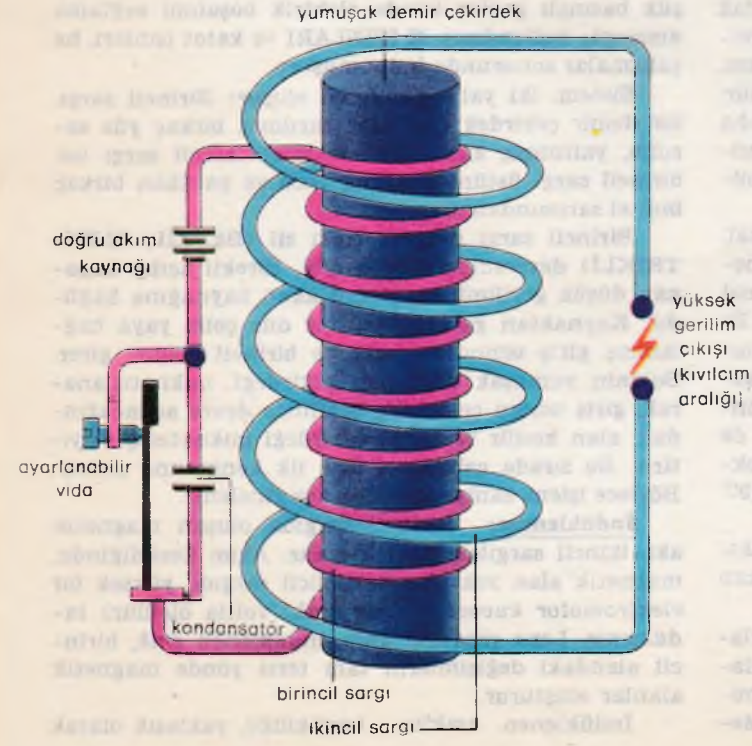
birincil sargının sarım sayısı ile ikincil sargının sarım sayısı arasındaki oranla eşdeğerdir. Sözgelimi, ikincil sargının sarım sayısı, birincil sargınınkinden bin kez çoksa, ikincil sargıda oluşan *emk*, birincil sargıda oluşanın yaklaşık bin katıdır.

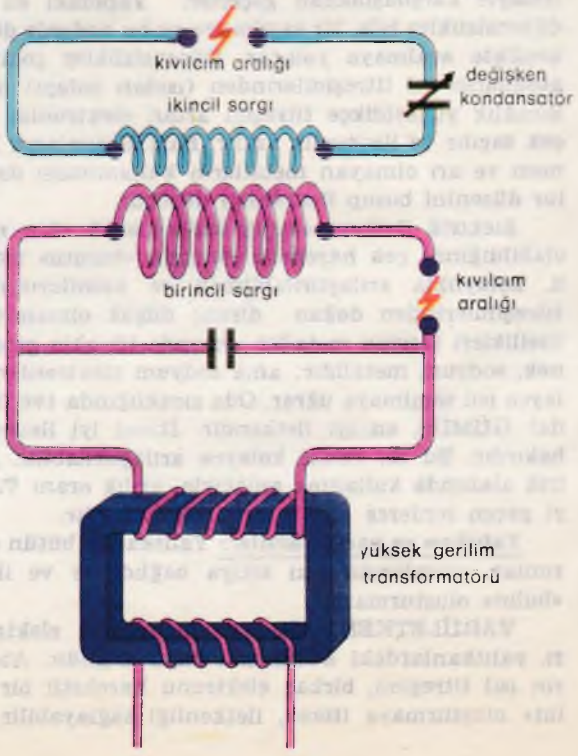
Birincil sargıdaki *öz indüklenme*, birincil alanın oluşma zamanını yavaşlattığı gibi, giriş uçlarında kıvılcımlara da neden olarak, birincil sargının akım süresini uzatır. Bu durum, ikincil sargıda indüklenen *emk*'in değerini düşürür; çünkü, ikincil sargıdaki *emk*, birincil sargıdaki akı değişikliklerinin hızına bağlıdır. Bu olumsuz etkiyi azaltmak için, birincil sargının giriş uçları arasına, genellikle 1 *mf*'lık (mikrofarad) bir KONDANSATÖR bağlanır. Böylece, birincil akım, uçlar arasında kıvılcım oluşturmak yerine, kondansatörü doldurur. Akım kesildiğinde de, kondansatör birincil sargının devresine boşalır ve öz indüklenmeye karşı yönde olduğu için, ikincil sargıdaki *emk*'in artmasını sağlar.

Yitimler: Bir bobinin verimi, devre kesici uçların çok çabuk açıp kapama yapabilmesine bağlıdır. Daha büyük aygıtlarda, uçların yerine, döner cıva püskürtücüleri kullanılır. Enerji yitimi, çekirdekte oluşan *histerezis* (çekirdek moleküllerinin magnetik alanı ile indükleyen magnetik alanlar arasındaki etkileşim, histerezis halkaları oluşturur) nedeniyle ortaya çıkar.

Daha büyük yitimlere ise, akı değişikliklerinin çekirdekte oluşturduğu FOUCAULT AKIMLARI neden olur. Bu tür yitimler, birbirinden yalıtılmış levhaların bitiştirilmesiyle yapılan çekirdeklerle giderilebilir. Ayrıca, levha yerine, yalıtılmış teller de kullanılabilir. Bir başka yol da, *ferrit* (ferromagnetik özellikleri

İlk kez 1883'te basılmış olan bu resimde (üstte), elektroşok uygulamada kullanılan bir indüksiyon bobini görülmektedir. Küçük bir doğru akım kaynağından beslenen bobin, yüksek gerilimler indükler.
İndüksiyon bobini, bir sargıdaki (birincil) hızlı akım değişikliklerinin, öteki sargıda (ikincil) yüksek gerilimler indüklemesi ilkesine göre çalışır. (altta) Verimi artırmak için, birincil sargı kalın telli ve az sarımlı (düşük öz indüklenme), ikincil sargı ise, ince telli ve çok sarımlı yapılır.





Resimde (solda) görülen indüksiyon bobini, aküden aldığı 12 voltluk gerilimi, ikincil sargının çıkışında 30 000 volta dönüştürür.

olan bir seramik malzeme) çekirdek kullanmaktır.

Ferrit çekirdekler, nikel-kobalt ferrit, nikel ferrit, magnezyum-manganez ferrit gibi maddelerden yapılır. Bu çekirdeklerin enerji yitimleri, çok yüksek frekanslı akımlarda bile düşüktür.

İndüksiyon bobinlerinin başlıca kullanım alanı, benzin motorlarının ATEŞLEME SİSTEMLERİ'ndedir. 6 ya da 12 voltluk aküden sağladıkları akımı, 30 000 volta kadar çıkarıp, bujileri ateşlerler. Devre kesici (platin) ise, mekanik olarak çalışır. Ayrıca, elektronik devre kesiciler de geliştirilmiştir. TESLA BOBİNİ de, değişikliğe uğramış bir indüksiyon bobinidir. Yüksek gerilim ve yüksek frekans elde etmede kullanılır.

İNDÜKTANS

İndüktans, ELEKTROMAGNETİZMA'da, akımın gerilim oluşturması,gerilime neden olması anlamını taşır.

Temel ilkeler: *Elektrik* akımı (ya da elektrik yükü akımı), potansiyel farkından doğar ve elektrik yüklerini harekete geçiren kuvvetle ilgili *elektriksel* bir olaydır.

Hareketli yükler, bir magnetik alan oluştururlar; yani, bir telden akım geçtiğinde, o telin çevresini magnetik bir alan sarar. Magnetik alanın şiddeti, geçen akımın şiddetiyle orantılıdır. Buna karşılık, bir magnetik alan içinde bir tel *hareket ettirilir* ya da duran bir telin çevresindeki alan *değiştirilirse*, telde gerilim indüklenir. İndüklenen gerilimin büyüklüğü, magnetik alandaki *değişme oranı*na bağlıdır. Söz konusu elektromagnetik olaylar, indüksiyonun temelini oluşturur.

İndüktans ve değişen akım: Potansiyel farkları elektrik akımına, elektrik akımı da magnetik alana neden olur. Bu yüzden, indüklenen gerilim, magnetik alan değişikliğiyle (akı da denir) ve akım değişikliğiyle orantılıdır.

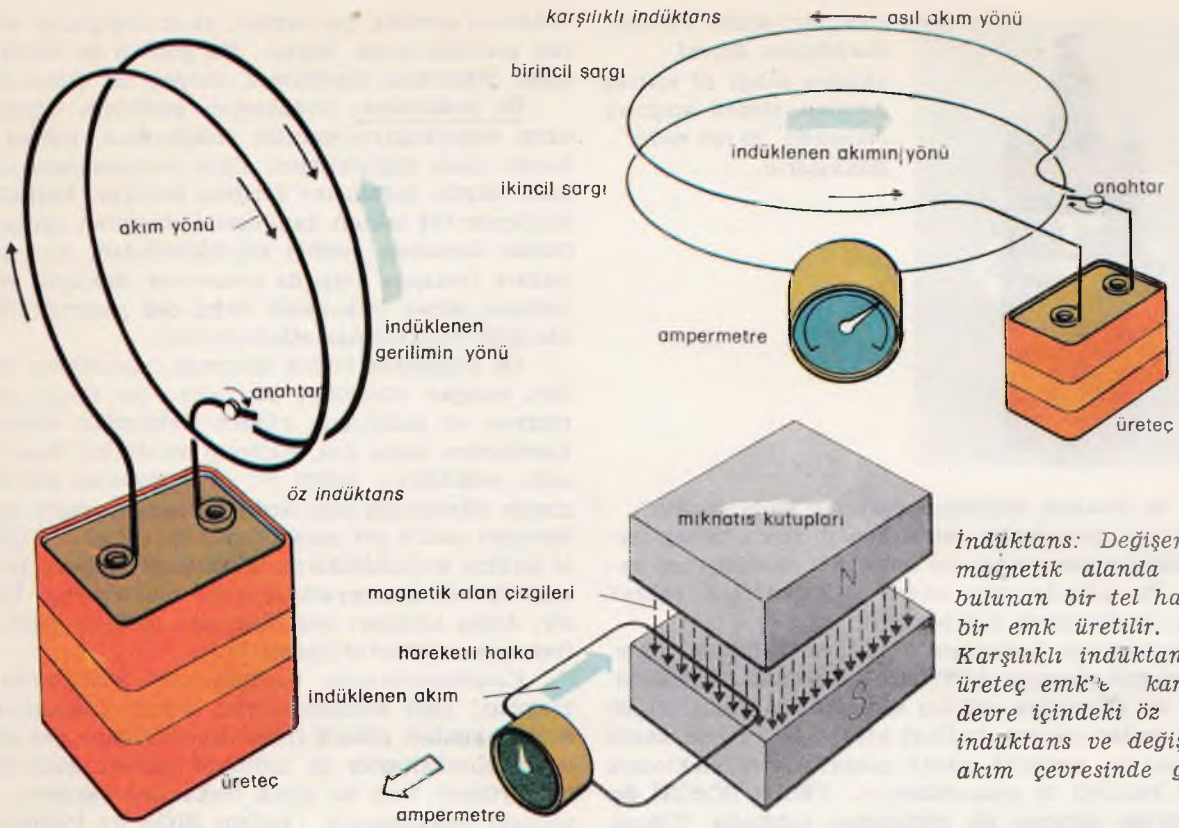
Değişen magnetik akı, bir telin çevresinde ve içinde gerilim indükler. Buna, «*karşılıklı indüktans*» adı verilir. Aynı alan, tel içinden geçen akımla da etkileşir. Buna da, «*öz indüktans*» denir. Bu durumda indüklenen gerilim, her zaman, akım değişikliği oluşturan gerilime karşı koyar. Bu yüzden öz indüktans, akım değişimini söndürmek isteyen bir etmendir.

Öz indüktans: İndüklenen gerilimin büyüklüğü akım değişikliğiyle orantılı olduğundan, yüksek frekanslı akım değişiklikleri alçak frekanslılara oranla daha büyük indükleme gerilimi doğurur. İndüklenen gerilimler her zaman, kendilerini oluşturan akımı söndürme, bastırma özelliği taşıdıklarından, aynı etkiyi yüksek frekansa karşı da gösterirler. Sonuçta, yüksek frekans, alçak frekanstan daha çok bastırılır. Doğru akımlar indüktanstan etkilenmezler.

Öz indüktans birçok durumda istenmeyen sonuçlara yolaçar. Sözgelimi, bir telden bir sinyal gönderilirken, öz indüktans, yüksek frekansları alçak frekanslardan daha çok etkileyip söndürür. Buna karşılık, *indüktör*ler, belirli bir öz indüktansı olacak biçimde düzenlemiş aygıtlardır ve frekansa bağlı özelliklerinden ötürü çok yararlıdırlar. KONDANSATÖR'lerle birlikte kullanıldıklarında, OSİLATÖR'lerin kaçınılmaz öğeleri olan ayarlı devreler oluştururlar. İndüktör, doğru akımları değiştirmeden içinden geçirirken, frekansın gittikçe artmasını önler.

Kondansatörlerin özellikleriyse, indüktörünkine karşıttır; yani kondansatörler, düşük frekansları ve doğru akımları yüksek frekanslardan daha çok engellerler. Kondansatör ile indüktör birlikte kullanılırsa, hem yüksek, hem de alçak frekanslar etkilenir, ama aradaki frekanslarda, seçilen SIĞA ve indüktansın

Bu sistem (solda), indüktansla ısıtma yoluyla, yüksek sıcaklıklı plazma oluşturmaktadır. Boraks bileşikleri elde etmede kullanılır. Gaz atomları iyonlaşıp kolayca indüklendiğinden, plazma ideal bir iletken ortam oluşturur. İndüktans ocağı. (altta) Metal içinde indüklenen Foucault akımlarından dolayı, tava ısınırken, hemen yanındaki dondurma soğukluğunu koruyabilir.



İndüktans: Değişen magnetik alanda bulunan bir tel halkada bir emk üretilir. Karşılıklı indüktans, üreteç emk'ye karşı, devre içindeki öz indüktans ve değişen akım çevresinde gelişir.

değerlerine bağlı kalma koşuluyla, hiç bir bastırma oluşmaz. Ayarlı devre, frekans filtresine iyi bir örnek oluşturur. Genellikle, böyle uygulamalarda indüktörler de kullanılır.

Karşılıklı indüktans: Karşılıklı indüktans, bir iletkende değişen akımın, ayrı devredeki başka bir iletkende gerilim indükleme özelliğidir. Bu özellik, TRANSFORMATÖR'lerin temelini oluşturur.

Transformatörlerde, ortak demir çekirdek üstüne iki sargı sarılmıştır. Birincil sargının uçlarına bir alternatif gerilim uygulandığında, devreden geçen akım, değişen bir magnetik alan oluşturur. Değişen akı, ikincil sargı çevresinde genişleyip daralarak, bir gerilim indükler. İkincil gerilimin büyüklüğü, iki sargıdaki sarım sayılarının oranına bağlıdır.

Söz konusu uygulama dışında, karşılıklı indüktansın varlığı, genellikle sakıncalı sonuçlar doğurur. Sözgelimi, bir telden geçen sinyal, bütünüyle ayrı ikinci bir teldeki gerilim-akım ilişkilerini etkiliyebilir. Bu da, yüksek frekanslarda büyük sorunlar doğurur.

Elektrik devrelerinin düzenlenmesinde, yabancı öz indüktansın ve karşılıklı indüktansın en aza indirilmesi için, özel dikkat gösterilmelidir; çünkü bunlar, devrenin kaldırabileceği en üst frekansın saptanmasında önemli etmenlerdir. Ayrıca, aygıtın çalışma hızını da etkileyebilirler.

İndüktans birimi: İndüktansın birimi «*henry*»dir ve *H* simgesiyle gösterilir. Bu terim, öz indüktans olayını ilk kez bulan Joseph Henry'nin (1797-1878) adından alınmıştır. Bir saniyede bir amperlik değişme gösteren akım, bir voltluk bir indüktans yaratıyorsa, o bobinin indüktansı bir henry'dir. Bir henry çok büyük bir değerdir. Bu yüzden, genellikle, milihenry (bir henrynin binde biri) kullanılır.

İNİŞ TAKIMI

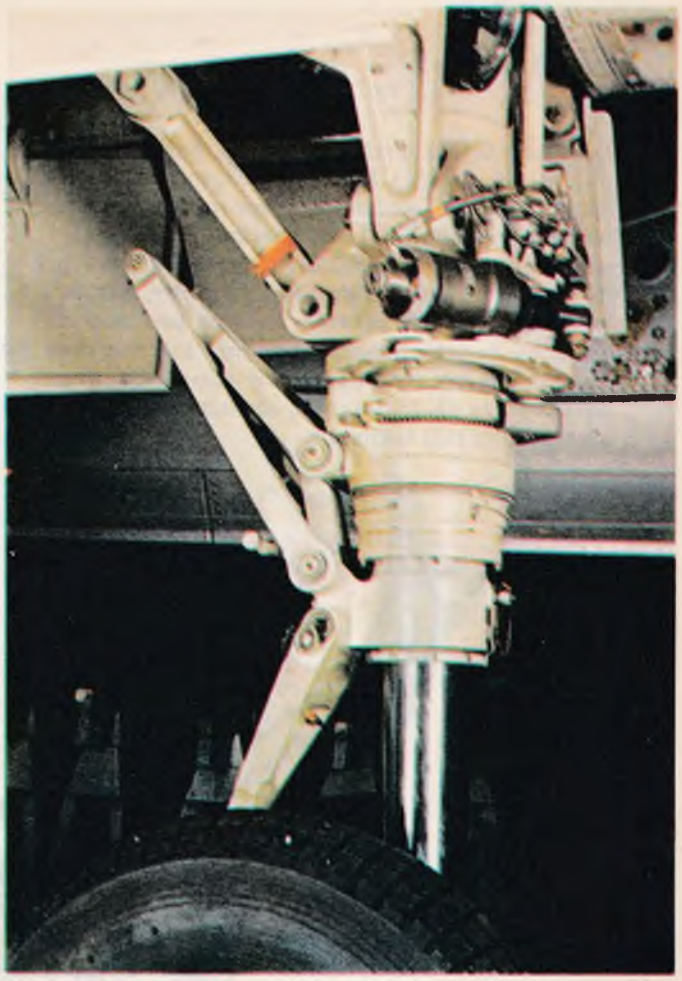
Uçaklarda aerodinamik biçim, yararı havacılığın ilk günlerinde anlaşılmış önemli bir etmendir. UÇAK'ların gövde ve kanat profillerini yumuşatıp, hız kesen çıkıntılarını olabildiğince ortadan kaldırarak, hızı artırmak ve tüketilen yakıt miktarını azaltmak olanaklıdır. Ortadan kaldırılması gereken en önemli uçak donanımlarından biri de iniş takımıdır. Kalkıştan sonra hiç bir işe yaramayan iniş takımı, uçak gövdesinde oldukça büyük bir çıkıntı oluşturur. Tekerlekler, dingiller, frenler ve destek öğelerinden oluşan iniş takımının, kalkış ya da inişte uçağın ağırlığını çekecek güçte olması gerektiğinden, oldukça büyük olması kaçınılmazdır. Ne var ki, bu geniş düzeyin havaya gösterdiği *direnç*, düşük hızlarda bile oldukça büyüktür ve uçağın hızı arttıkça daha da büyür.

Mekanik iniş takımı: Motorlu uçakların ortaya çıkışından beş yıl sonra, 1908'de, mekanik olarak içeri alınıp, çıkarılabilen ek iniş takımı yapıldı. Bu yalın düzenek, Amerikalı Matthew Sellers tarafından yapılan bir uçağa takıldı.

Birinci Dünya savaşından sonra, havacılığa du-

yulan büyük ilgi, özellikle yarış uçağı alanında teknolojik gelişmelerin ortaya çıkmasına neden oldu. İlk hareketli iniş takımı, 1920 yılında Fransa'da yapılan Gordon Bennett hava yarışmasına katılan tek yüzeyli (monoplan) Dayton-Wright uçağında görüldü. 1922 yılında da bir İngiliz yarış uçağı olan Bristol'de böyle bir iniş takımı kullanıldı. A.B.D'nde yapılan bir uçağın tekerlekleri, kalkıştan sonra gövde içindeki daire biçimli yuvalara girmekteydi. A.B.D'nin tek motorlu savaş uçaklarında, bu tür iniş takımları uzun yıllar kullanıldı. İngiliz yarış uçağının tekerlekleri ise, gene daire biçimli olan, ama kanatların altında bulunan yuvalara girmekteydi.

Savaştan birkaç yıl sonra, havacılık alanındaki gelişmeler bir süre için durdu. Özellikle motor alanındaki gelişmeler çok yetersizdi; bu nedenle, uçakların hızlarında bir artış olmadı. Bununla birlikte, bazı uçaklarda iniş takımları, ucuz ve hafif olan, aerodinamik biçimli kaportalarla örtüldü. Daha önce geliştirilen mekanik iniş takımları, amfibik uçaklara (Bk. DENİZ UÇAKLARI VE AMFİBİK UÇAKLAR) uygu-

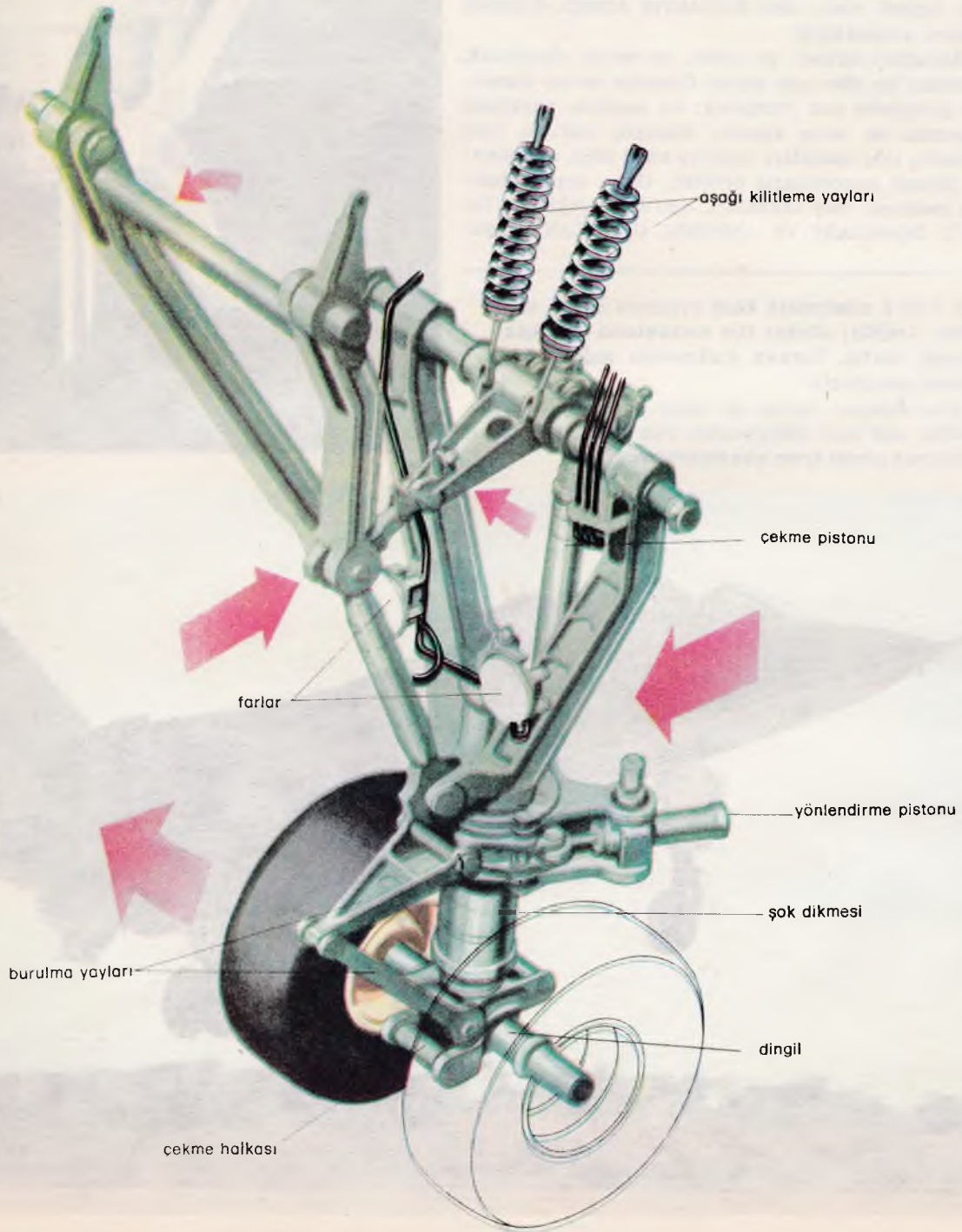


BAC TSR 2 süpersonik keşif uçağının burun iniş takımı. (sağda) Makas tipi mekanizma, kalkışta dikmeyi uzatıp, burnun kalkmasını sağlayacak biçimde yapılmıştır.
Bu BAC-Sepecat Jaguar jet savaş uçağında (altta), kanatlar çok ince olduğundan, iniş takımları katlanarak gövde içine alınmaktadır.

Lockheed L-1011 TriStar uçağının hareketli burun iniş takımı. (altta) Kırmızı oklar, iniş takımının kabin döşemesi altındaki yerine alınışı sırasında, bağlantıların hangi yöne hareket ettiklerini göstermektedir. İniş şokları, teleskop biçimli şok dikmesi tarafından soğurulur. Lastikler, her biri 9 tonluk bir ağırlığı çekecek biçimde yapılmıştır. Yalnızca kanat altındaki ana iniş takımlarında fren bulunduğundan, resimdeki iniş takımında fren yoktur. Piste ilk dokunan ve ağırlığın büyük bölümünü alan da, ana iniş takımıdır.

landı. Ancak, bu uygulamada amaç, uçağın hızını artırmaktan çok, suya inişlerde tekerleklerin suya batmasını önlemekti.

Bir süre sonra, yüksek hızlı uçaklarla büyük uzaklıkların kısa sürede aşılabileceği anlaşıldı. 1930 yılında A.B.D. Boeing şirketi, posta örgütü için yaptığı bir uçağa, hareketli bir iniş takımı taktı. Bundan iki yıl sonra aynı şirket, Boeing 247 modelini uçurdu. Bu uçak, dünyanın ilk modern yolcu uçağıydı. Boeing 247, çok sayıda teknik yeniliğin yanı sıra, katlanabilen bir iniş takımı taşıyordu. Düşük hızlardaki etkisini yitir-



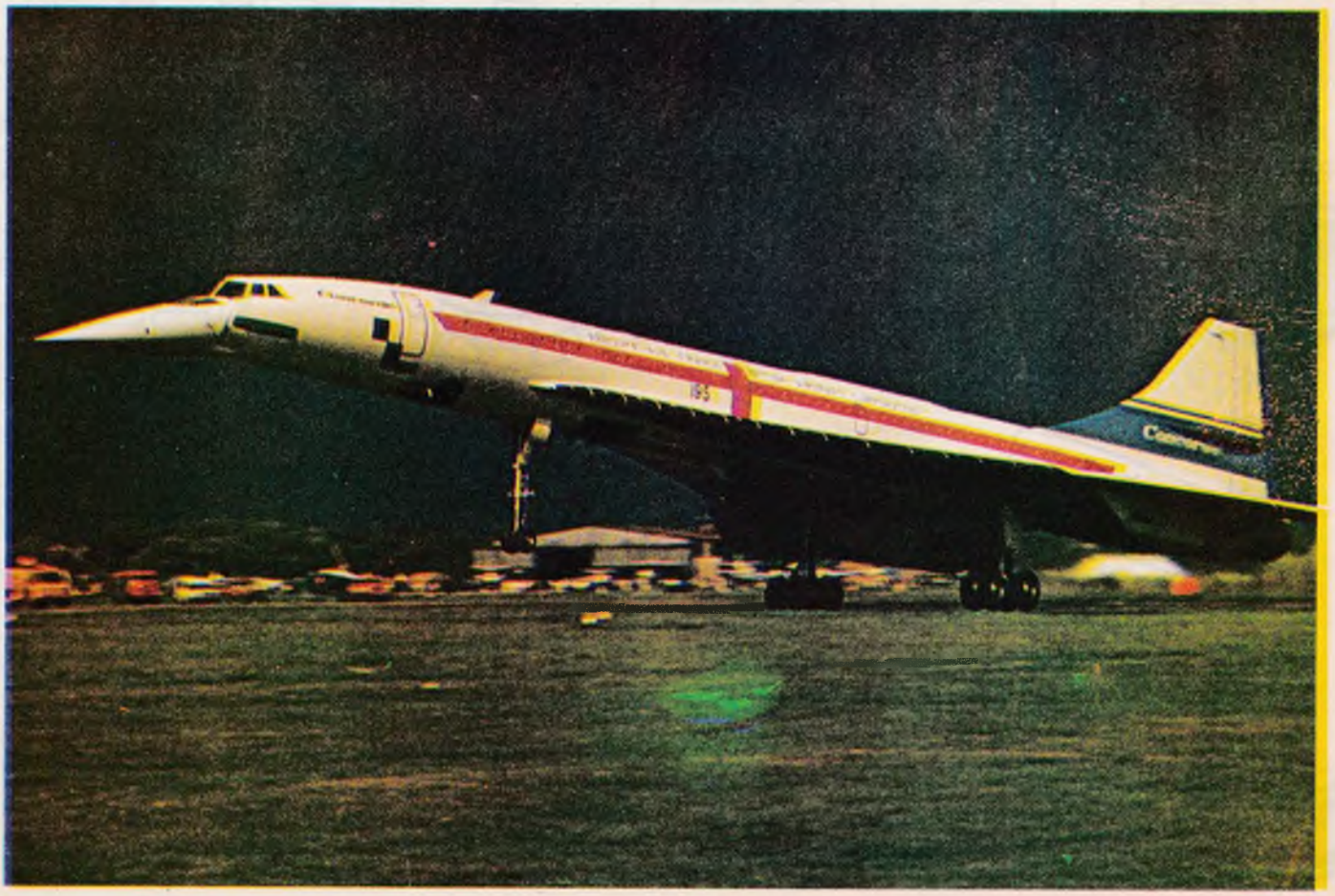
meden, daha yüksek düz uçuş hızlarına erişilmesini sağlayan hatve değişimli pervanelerin geliştirilmesi, iyi bir iniş ve kalkış performansı da sağlamış oldu. Bu teknik gelişme, rüzgar direnci açısından da yararlı olmuştu.

Hidrolik iniş takımı: 1930'ların sonlarına doğru, yüksek basınçlı hidrolik mekanizmalarda görülen gelişmeler, yeni yapılan askeri ve sivil uçaklara, hareketli (içeri alınıp, çıkarılabilen) iniş takımlarının takılmasını olanaklı kıldı. Küçük uçakların iniş takımları bile oldukça ağır oluyor ve bunların içeri alınmaları sırasında, ağırlık ve rüzgar direncine karşı büyük bir güç kullanmak gerekiyordu. Ayrıca, bu güç, hızla birlikte artmaktaydı. Avro Anson gibi eski uçakların bazılarında, iniş takımları, elle çalıştırılan mekanik krikoyla içeri alınmaktaydı. Spitfire avcı uçaklarının ilk türlerinde ise, el pompalarıyla çalışan yalın hidrolik devrelerden yararlanılmaktaydı. Ne var ki, söz konusu yöntemler, yapılması planlanan büyük uçaklar için geçerli olamazdı. Sorun, motorlu pompalarla harekete geçen, daha yüksek güçlü hidrolik devrelerin geliştirilmesiyle çözüldü. Günümüzde aşağı yukarı bütün uçaklarda, hidrolik olarak içeri çekilip çıkarılabilen iniş takımları kullanılmaktadır.

Uçak mühendisleri, üstlerinde çok sayıda donanım bulunan uçak gövdelerine iniş takımlarının girip çıkmasını, çeşitli yöntemlerle gerçekleştirmişlerdir. Pistonlu motorlu uçaklarda, özellikle birden çok motoru bulunanlarda, iniş takımları, motor kaportalarının içine alınmaktaydı. Motor yuvalarının içinde yeterli boşluk bulunduğundan, bu oldukça elverişli bir çözümdü. Bazı motor yuvaları yeterince derin olmadığından, tekerleklerin alt bölümü dışarda kalıyordu. Ama tekerlekler yuvarlak olduğundan, yani dışarda kalan bölüm aerodinamik biçimli olduğundan, rüzgar direnci fazla olmuyor ve hız kesilmiyordu. DC-3 gibi bazı uçaklardaysa, tekerlekler gövdenin oldukça aşağısında kaldığından, uçak, iniş takımının çalışmaması durumunda bile, tehlikesizce iniş yapabiliyordu. Tek motorlu uçaklarda, tekerlekler çoğunlukla katlanarak kanatların içine sokuluyordu. Günümüzün avcı uçaklarındaysa, kanatlar çok incedir. Bu nedenle, modern jet avcı uçaklarında iniş takımları, karmaşık donanımlarıyla çok az yer kaplayacak biçimde, gövde altına alınmaktadır.

Kalkıştan sonra bir iniş takımının içeri alınamaması, büyük bir tehlike oluşturmaz, ama inişten önce

BAC/Aerospatiale Concorde süpersonik yolcu uçağının burun iniş takımında iki, ana iniş dikmesinin her birinde ise, dörder tekerlek bulunmaktadır. (altta) Ana tekerleklerdeki frenler, karbon bileşimli yeni bir maddeden yapılmıştır.



dışarı çıkmaması, yani açılmaması, büyük felaketlere neden olabilir. Bu durumu önlemek amacıyla bazı önlemler alınmıştır: İniş takımları, genellikle, uçuşta açılmalarını önleyen kilitlerin açılmasıyla, kendiliğinden dışarı çıkacak biçimde yapılır.

İPEK Bk. LİF (DOĞAL)

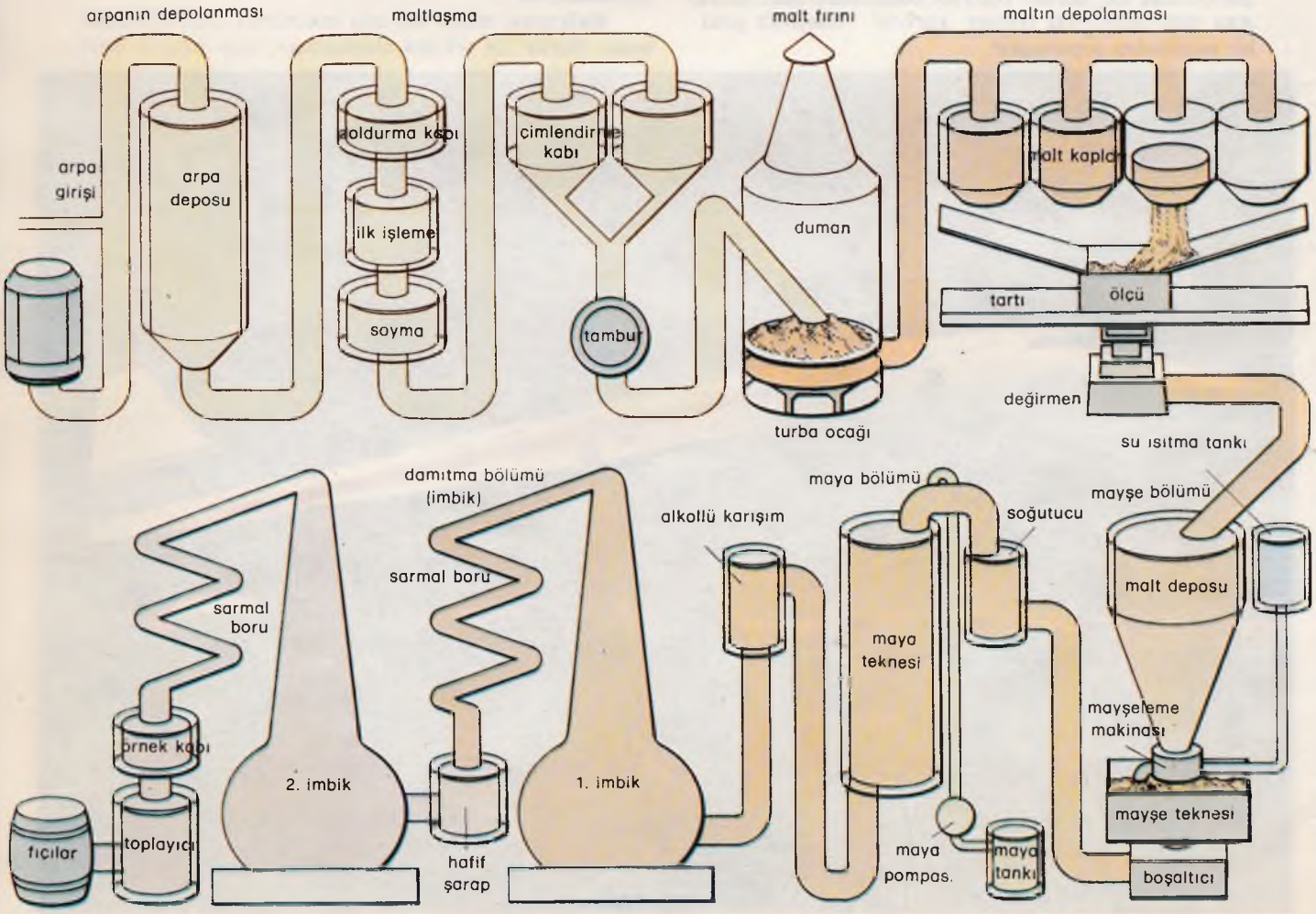
İSPİRTOLU İÇKİLER

Mayalanma (fermantasyon), şekerin bir MAYA'nın etkisiyle alkole dönüşme sürecidir. Mayalanma yöntemiyle yapılan içkilerin en iyi bilineni şaraptır (Bk. ŞARAP ÜRETİMİ). Şarap, üzüm kabuğundaki doğal mayanın, üzümün özsuyundaki doğal şekeri etkilemesi sonucu elde edilir. Bira (Bk. BİRA VE BİRACILIK), tahıllardan (genellikle arpa) elde edilen tatlandırılmış sıvıya maya katılarak üretilir. *İspirtolu içkiler* ise, mayalandırılmış sıvıların *damıtılma*sıyla yapılır: Alkol, sudan daha çabuk buharlaştığından kolayca damıtılır. İspirtolu içkiler, yapımlarında kullanılan mayalandırılmış sıvılardan daha çok alkol içerirler.

Damıtma yönteminin ne zaman bulunduğu tam olarak bilinmemektedir. Ama, Avrupa'da ilk ortaya çıkışı, yaklaşık 1 000 yıl öncesine dayanır. Damıtmadan, Avrupa'da önce ilaç, sonra da çiçek özünden parfüm üretiminde yararlanıldı. Ticari amaçlı damıtmanın geçmişiyse 400 yılı geçmez. Başlıca iki tür ALKOL vardır: *Etil alkol* (alkollü içkilerde bulunur); *metil alkol* («odun ispirtosu» da denir ve zehirlidir).

Damıtma işleminde kullanılan imbikler iki türdür: *pot* imbik; *patent* imbik ya da *Coffey* imbik. Pot imbik, genellikle bakırdan yapılmış, iç yüzeyi kalaylı büyük bir tencereye benzer. Buna bağlı olan yoğuşturucu, alkol içeren buharı soğutup yeniden sıvılaştırır. Pot imbiğin farklı türleri ve geniş bir kullanım

Malt viskisinin üretimi. (altta) Malt üretiminde ilk aşama arpanın çimlendirilmesi, kurutulup islendirilmesi ve öğütülmüş malt deposuna geçirilmesidir. Malta su eklenerek mayşe elde edilir. Şıranın mayalanıp iki kez damıtılmasıyla viski elde edilir.



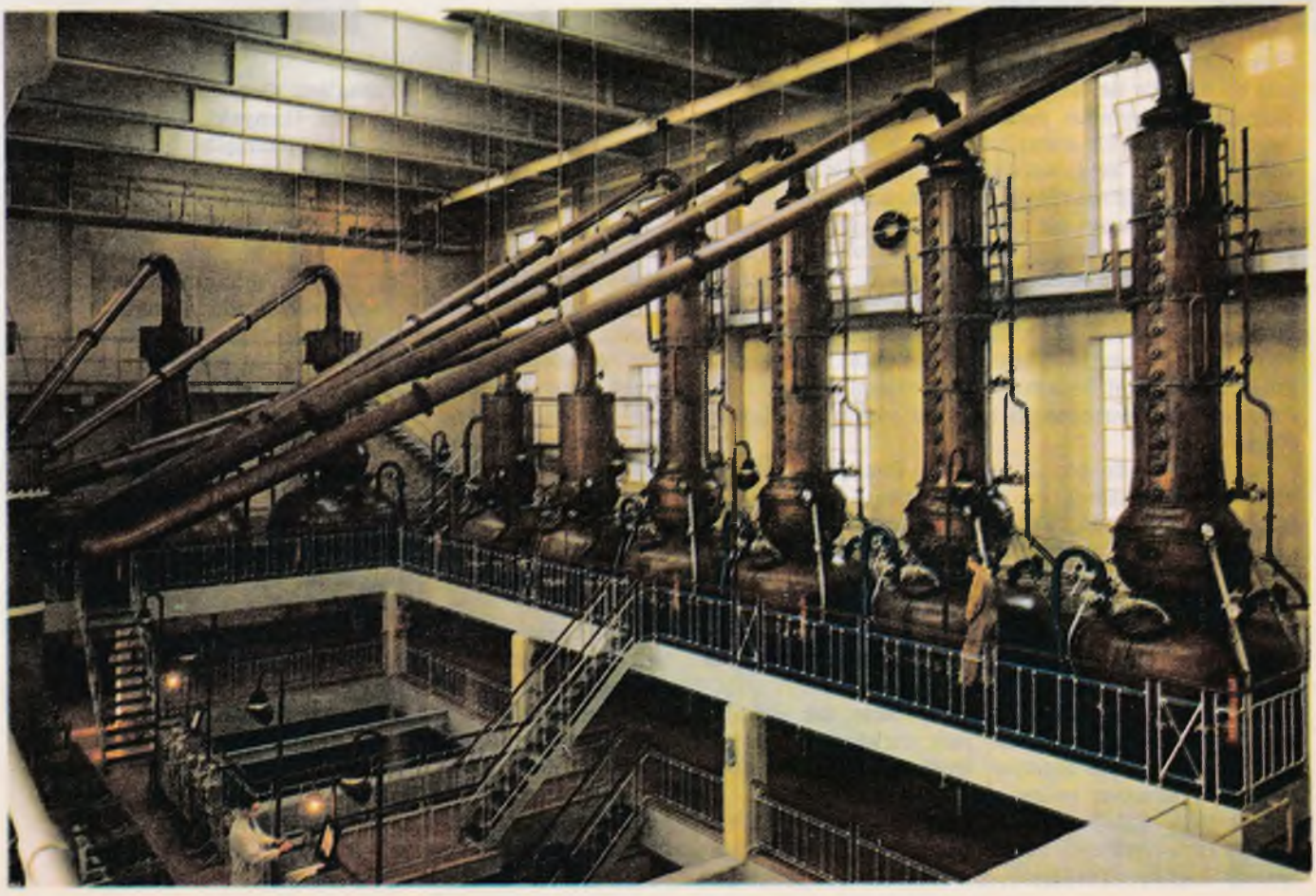
alanı vardır. Her türünün yapısı, damıtılacak ispirtolu içkinin cinsine (sözgelimi, viski, cin, brandy) ve bölgesel gelenek ve göreneklere bağlıdır. Patent imbikle (ya da Coffey imbiği) yapılan damıtmayaysa, «*sürekli damıtma*» adı verilir. Patent imbikte, içkinin alkollü karışımdan ayrılmasında, buhar, taşıyıcı olarak kullanılır. Sistem, İskoçya'da 1826 yılında Robert Stein tarafından bulunmuş ve 6 yıl sonra Aeneas Coffey tarafından geliştirilmiştir. Sürekli damıtma, büyük miktarda içki üretiminde kullanılır. Patent imbikten elde edilmiş içki, genellikle çok sert, nerdeyse kokusuz ve oldukça arıdır. Pot imbikten elde edilen içkilerse, daha az serttir ve damıtıldığı alkollü karışımın kendine özgü tadını taşır. Bu özellikle, viski ve brandy gibi, doğal ve belirgin tadı olan, üstün nitelikli içki üretimi için önemlidir. Ne var ki, pot imbikten elde edilmiş içkilerde istenmeyen maddeler de bulunabilir. Bunlar, içkinin ağaç fıçılarda bekletilmesiyle yok olur.

Viski: Dünyanın çeşitli yerlerinde üretilmekle birlikte, en tanınmış olanı İskoç viskisidir. Geçmişi oldukça eskiye dayanan İskoç viskisi, 1860'larda *harmanlanmaya* başlandı. Harmanlama, pot imbik sistemiyle damıtılmış sert ve acı *malt viski*lerinin, patent damıtma yöntemiyle elde edilmiş çok daha hafif *tahıl viski*leriyle karıştırılması demektir. Bu yeni İskoç viskisi, kısa sürede yalnızca İngiltere pazarlarında değil, bütün dünya pazarlarında da büyük üne kavuştu.

Malt viskisi arpanın maltlaştırılmasıyla yapılır. Maltlaşma, sudaki (İskoçya'da özel bir su) arpanın gelişme sürecidir. Çimlenmeye başlayan arpa kurutulur ve özel bir kömürle islendirilir. Öğütüldükten sonra içine, bir miktar daha su katılır ve elde edilen *mayşeden*, tatlı sıvı (şıra) alınıp soğutulur. Daha sonra büyük kazanlara gönderilen şıraya, maya katılır. Böylece, bir tür bira olan alkollü karışım (yaklaşık %10 oranında alkol içerir) ortaya çıkar. Malt viskisi, bu alkollü karışımdan damıtılır. Damıtma iki aşamada gerçekleştirilir: İlk ürün, «*hafif şarap*» adı verilen oldukça zayıf ve niteliksiz bir içkidir. Bu ilk ürünün, ikinci bir pot imbikten geçirilmesiyle de İskoç malt viskisi elde edilir. Ama bunun gerçek bir İskoç viskisi haline gelmesi için, ağaç fıçılar içinde en az üç yıl bekletilmesi gerekir.

Tahıl viskisi, bir miktar maltlaşmış arpa eklenmiş mısırdan, sürekli damıtma yöntemiyle elde edilir. Bu viski, genellikle üç yıldan çok yıllandırılmaz. Harmanlanmış İskoç viskisi, öteki viskilerden daha çok beğenilir. Malt ve tahıl viskilerinin bir karışımıdır. İyi bir

Modern bir cin fabrikasındaki pot imbikler. (altta) Cin, çeşitli koku ve tat vericilerin (özellikle ardıçın) eklendiği arıtılmış alkolün, yeniden damıtılmasıyla elde edilir.



İskoçya'da bir viski fabrikasının örnek dolabı. (solda üstte) İmbikten geçen içkilerden burada, yeniden damıtılmadan ya da fıçılara konmadan önce örnek alınır.

Kokulu likör damıtımından sonra imbikten atılan katı artık. (solda altta) Bu likör Fransa'da Grenoble yakınında «La Grande Chartreuse» keşişleri tarafından üretilir. Yüzden çok şifalı otu içerdiği söylenen reçete, 1757 yılından bu yana keşişlerce titizlikle saklanmaktadır.

Bir İskoç viski fabrikasında mayşe. (sağda) Mayşe, viski yapımının temel sıvısıdır: Bu sıvı mayalanır ve sonra iki kez damıtılır.

karışımda, yaklaşık 30 özel malt çeşidi vardır. Tanınmış bir viskide ise, 60'tan çok malt çeşidi bulunur. Bir karışımda bulunması gereken tahıl viskisi oranı konusunda, kesin bir kural ya da ölçü yoktur. Ama iyi viskilerde malt ve tahıl viskileri, yaklaşık olarak eşit yüzdelerde karıştırılır. Bazı viskiler, karışımdan sonra yeniden (daha uzun bir süre), ağaç fıçılarda yıllanmaya bırakılır. Bu yöntem, karışımdaki viskilerin iyice kaynaşmasını sağlar. Sonunda harmanlanmış viski, istenilen sertliğe gelinceye kadar, arı suyla seyreltilir. İskoç viskilerinin şişeleri üstündeki yaş gösteren sayı, viskinin malt viskisi olması durumunda fıçılardaki yıllanma süresini, viskinin harmanlanmış olması durumunda da, karışımdaki en yeni viskinin yıllanma süresini belirtir.

A.B.D 'nde de çeşitli viskiler üretilir. Bunların uluslararası pazarda en çok tanınanı *Bourbon*'dur. Bourbon üretiminde kullanılan mayşe, en az %51 oranında mısır içerir ve yeni fıçılarda bekletilir.

Kanada viskisi, Bourbon'dan daha hafif bir içkidir; ama İskoç viskisine göre bazı niteliksel eksiklikleri vardır. Üretiminde kullanılan mayşede, temel tahıl mısırdır. Bir miktar buğday ve maltlaşmış arpa da katılır.

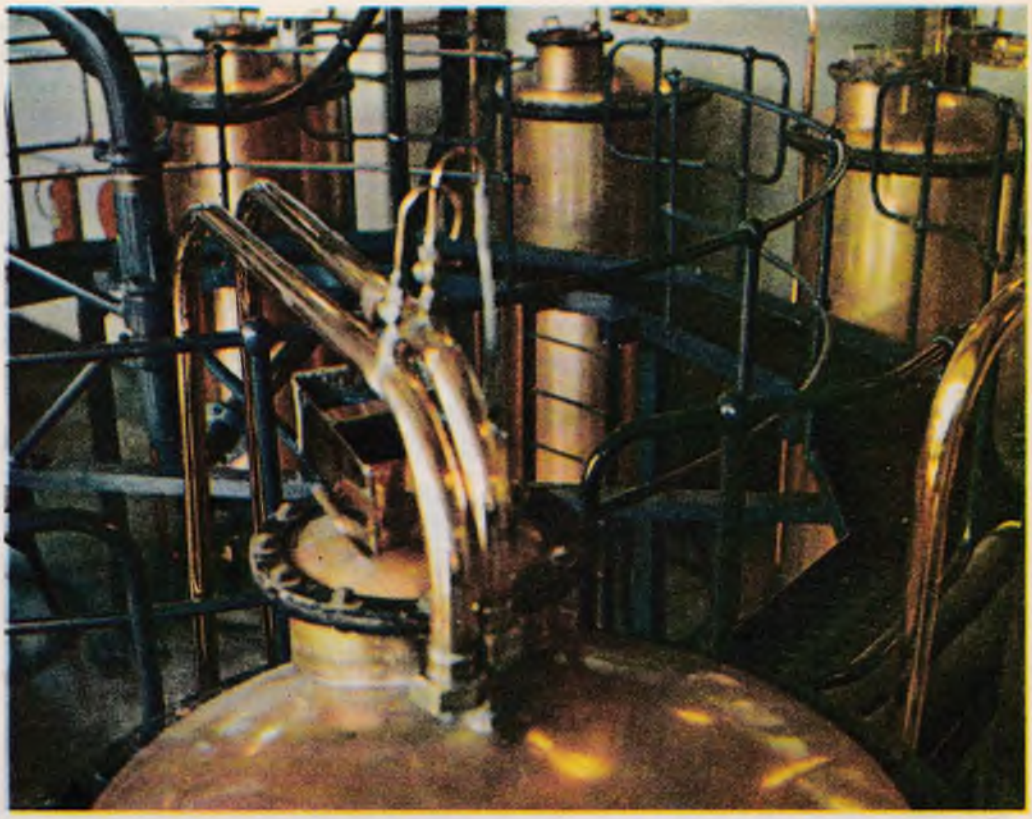
İrlanda viskisi, mayşesi yulaf içeren tek viskidir. İrlanda viskisi mayşesinde, yarı maltlaşmış çavdar, buğday ve arpa da bulunur. İrlanda viskisi, genellikle üç kez damıtılır ve en az yedi yıl yıllandırılır.

Brandy: Şarabın damıtılmasıyla üretilen içkilere *brandy* adı verilir. Şarap üreten bütün ülkelerde brandy üretilir (Türkiye'de kanyak); ama bunlar genellikle çok düşük niteliklidir.

En ünlü brandy, Fransa'nın Cognac ve Jarnac bölgelerinde üretilen Cognac'tır (konyak). Bu içkinin üretim biçimi sıkı kurallarla belirtilmiştir. İskoç viskisinde olduğu gibi, çift damıtma yapılır, ama imbikler çok daha küçüktür. «Cognac»ın damıtıldığı özel bölgelerin şarabı, yıllandırılmamıştır ve oldukça asitlidir. Ne var ki bu önemsiz şaraplardan, dünyanın en güzel brandyleri elde edilir. Bütün damıtmalarda olduğu gibi, içki imbikten çıkarken beyazdır. Rengini ve tadını, içinde bekletildiği meşe fıçıdan alır. Bekletilmiş konyaklar Fransa'da belirli bir tarih taşımaz. Nitelikli konyaklarda, fıçılarda durdukları sürenin saptanabilmesi için, üretim yıllarının tarihi ile şişelendikleri tarih belirtilir. İçkinin şişe içinde bekletilmesi, niteliğini değiştirmez. Renk de, niteliği ve tadı etkileyen bir etmen değildir. Fıçılardaki yıllanma, çeşitli oranlarda renklenmeye yolaçar. Bununla birlikte, ticari açıdan, bir markanın hep aynı renkte olması istenir. Bu amaçla yapılan renk giderimi, tadı hiç bir biçimde etkilemez.

Bir başka nitelikli Fransız brandysi de *Armagnac*'tır. «Cognac»ın yaklaşık dörtte biri kadar üretilen Armagnac'ın, yalnızca bir kez damıtıldığından, oldukça belirgin bir tadı vardır. Armagnac'ı üstün nitelikli kılmak için uzun bir süre yıllandırmak gerekir.

Rom: Rom, şeker kamışından şeker üretimi sırasında elde edilen yan ürünlerin damıtılmasıyla yapılır. Birkaç çeşit romun pot imbikte damıtılarak üretilmesine karşılık, öteki rom çeşitlerinin tümü patent imbikte üretilir. *Melasa* (şeker kamışı üretiminden ar-



Bir votka fabrikasında bakır imbikler. (üstte)

ta kalan madde) su eklendiği zaman, doğal mayalar, hızlı bir mayalandırmayı başlatır. Ortaya çıkan alkollü karışım damıtılarak, son derece arı bir içki elde edilir. Roma renk ve tat verici maddeler sonradan eklenir.

Votka: Votka, S.S.C.B. ve Polonya'nın ulusal içkisidir. Buğdaydan, patatesden, çavdardan, şekerpancarından (ya da bunların bileşiminden) elde edilir. Damıtmadan sonra içki, odun kömüründen süzülüp temizlenerek suyla seyreltilir ve bekletilmeden şişelenir. Bu biçimde yapılan votkanın belirgin bir tadı yoktur ve çok soğutularak içilir. Ama votkanın ana vatanında, içkiye çeşitli tat verici maddelerin eklenmesi de sık raslanılan bir uygulamadır. Sözgelimi, Polonya'da üretilen *Zubrovka*, bir çeşit çimenle yapılır.

Cin: Cin, yaklaşık 1550'lerde, Hollanda'da tıbbi amaçlarla elde edilmiştir. Günümüzdeyse, dünyanın aşağı yukarı her yerinde aranan bir içkidir.

Cin, tahıldan elde edilmiş ve temizlenmiş alkolün, içinde çeşitli bitkisel özler bulunan pot imbikte yeniden damıtılmasıyla elde edilir. Bu bitkisel özlerden en önemlisi ardıç esansıdır. Cine ayrıca kişniş otu, acı badem, limon kabuğu, meyankökü, floransa süseni, kakule, anason, rezene gibi bitkisel tat vericiler de katılır. Hollanda'da üretilen *Schnapps* ve İskandinav içkisi olan *Aquavit* de cin türünden içkilerdir.

Rakı: Türklerin ulusal içkisi sayılan rakı, kuru üzümden alınan özsunun, maya etkisiyle fermantasyondan geçirilmesinden sonra, anason eklenmesiyle elde edilir. Alkol derecesi 45-50 arasında değişir. Dinsel etkilerle resmi üretimine geç başlanmış, ilk rakı fabrikası 1912'de İstanbul'da yabancı sermayeli bir şirket tarafından kurulmuştur. Tekel'in ispirtolu içki üretimini üstlenmesinden sonra, çeşitli yerlerde rakı fabrikaları açılmış ve üretim yılda 25 milyon litreye yaklaşmıştır.

Likör: Likör, tat ve koku verici otlar ya da meyvelerle (ya da ikisinin karışımından) yapılan bir ispirtolu içkidir. Dünyadaki bütün likör çeşitlerinin sıralandığı bir liste, bir kitap uzunluğunda olur. Bazı ülkelerde aşağı yukarı her köyün, kendine özgü likör çeşitleri vardır. Likörlerin çoğu, konyak gibi bir temel içkiye, ot ve meyvelerle yeni bir koku ve tat kazandırılmasıyla yapılır. Bununla birlikte, bazen tat verici maddeler, damıtılmadan önce de eklenmektedir. Likörlerin çoğunun bileşimi ve reçetesi bir sır olarak saklanır, ama bazıları tek bir maddenin tadını taşır (portakal, kahve, nane gibi). Öteki likörlerinse, asıl kaynağı kolayca anlaşılamayan tat ve kokuları vardır (*Bénédictine, Drambuie, Galliano, Strega,* Beyendik gibi).

İSTATİSTİK

İlk istatistik uygulamasının, nüfus verilerinin çözümlenmesi olduğu sanılmaktadır. Ancak, bundan geliştirilen bilim dalı, herhangi bir sayısal verinin çözümlenmesini sağlayan bütün yöntemleri içerir. Gü-

ERNİE, bir zener diyotundaki gürültü sinyallerini sayarak, rasgele sayılar üreten elektronik bir aygıttır. (üstte) Gürültünün kendi de, rasgele değişen sinyallerden oluşmaktadır ve belirli bir birimi yoktur. Rasgele örnekleme, istatistikte kullanılır.

nümüzde bu yöntemler, bilimsel deneylerin sonuçlarının çözümlenmesi ve endüstride NİTELİK DENETİMİ gibi, çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. FİZİK'te de, KUVANTUM KURAMI'nın sonucu olarak, «*istatistik mekanik*» adı verilen yeni bir dal ortaya çıkmıştır.

Temel kavramlar: Temelde, istatistiğin kullanılğı iki farklı durum vardır (bunların ikisinde de aşağı yukarı benzer yöntemler uygulanır). Birincisi, bilinmeyen bir niceliğin belirlenmesini gerektiren durumdur. Sözgelimi, bir bilimsel deneyde, salınım yapan sarkacın frekansının bulunması zorunlu olabilir. Bu deneyde hiç bir ölçümün tam olarak doğru sonucu vermeyeceğinin bilinmesine karşılık, belirli bir sonuca ulaşılacağı varsayılır. Amaç, birkaç ölçümden sonra ortalama bir değer bulmak ve bu değeri «*hata payı*»yla birlikte belirtmektir.

İkinci durum ise, bir grup insanın boyu ya da bir üretim zincirinden geçen kusurlu malların sayısı gibi, tek bir yanıtın bulunmadığı sorunları kapsar. Üretim zinciri örneğinde önce, malların boyutları belirlenir ve tolerans sınırlarını gösteren bir sayı verilir. Tolerans sınırlarını aşan değerler, kusurlu malları gösterir. İdeal durum, denetlenen nesnenin ortalama boyutlarının, istenen boyutlara eşit olması, bu eşitlikten ayrılan herhangi bir nesnenin boyutlarının da, tolerans sınırlarını aşmamasıdır.

Ortalama: Ortalama, belirli bir konuyla ilgili bütün verileri, tek bir sayıda genelleştiren bir değerdir. Sözgelimi, bir sarkacın salınım süresini belirlemede en kolay yol, on salınım süresini ölçüp topladıktan sonra, sonucu ona bölmek ve böylece, bir salınım süresi için ortalama bir değer bulmaktır. Bu işlemin altı kez yinelenmesiyle, aşağıdaki sonuçlar elde edilebilir:

Ölçmeler	On salınım için geçen süre	Bir salınım için geçen süre
1	9,8	0,98
2	10,1	1,01
3	10,0	1,00
4	9,8	0,98
5	10,1	1,01
6	10,2	1,02

Altı kez yinelenen ölçmeler sonucunda, bir salınım için geçen ortalama süre:

$(0{,}98+1{,}01+1{,}00+0{,}98+1{,}01+1{,}02)/6=1$ saniye olarak bulunur.

Genel olarak, x_1, x_2, x_3 ... x_n biçiminde n ölçmenin m ortalama değeri,

$m=(x_1+x_2+x_3+ \ldots x_n)/n$ eşitliği ile gösterilir.

Tolerans, varyans ve standart sapma: Bir dizi ölçmenin, ortalama sonucuna en yakın değeri elde etmenin çeşitli yolları vardır. Bunların en kolayı *tole-*

*ran*stır. Toleransı bulmak için, ortalama değer düzeyinin en altında ve en üstünde (en fazla sapan) yeralan iki nokta saptanır. Sözgelimi, sarkaç deneyi ele alınırsa, en küçük değer 0,98 saniye, en büyük değer de 1,02 saniyedir. Böylece, 1 saniyelik ortalama değerin çevresinde ±0,02 saniyelik bir tolerans değeri elde edilmiş olur. Bu tolerans yüzde olarak, ±%2 biçiminde gösterilebilir. Dolayısıyle, ölçülen salınım süresinin, en son biçimiyle, 1 saniye ±%2 olarak belirtilmesi gerekir.

Başka bir yöntemde de, ortalama değerden, *ortalama sapma* bulunur. Ortalama sapma, her ölçü değerinin, büyüklüğüne ya da küçüklüğüne bakılmaksızın, önceden bulunmuş olan ortalama değerden çıkarılması ve bulunan farkların toplanıp, ölçme sayısına bölünmesiyle bulunur. Gene sarkaç örneğinden yararlanılır ve tek tek ölçümlerin ortalama değerden farkları (işaretleri göz önüne alınmaksızın) toplanıp ölçme sayısına bölünürse, şu sonuç bulunur:

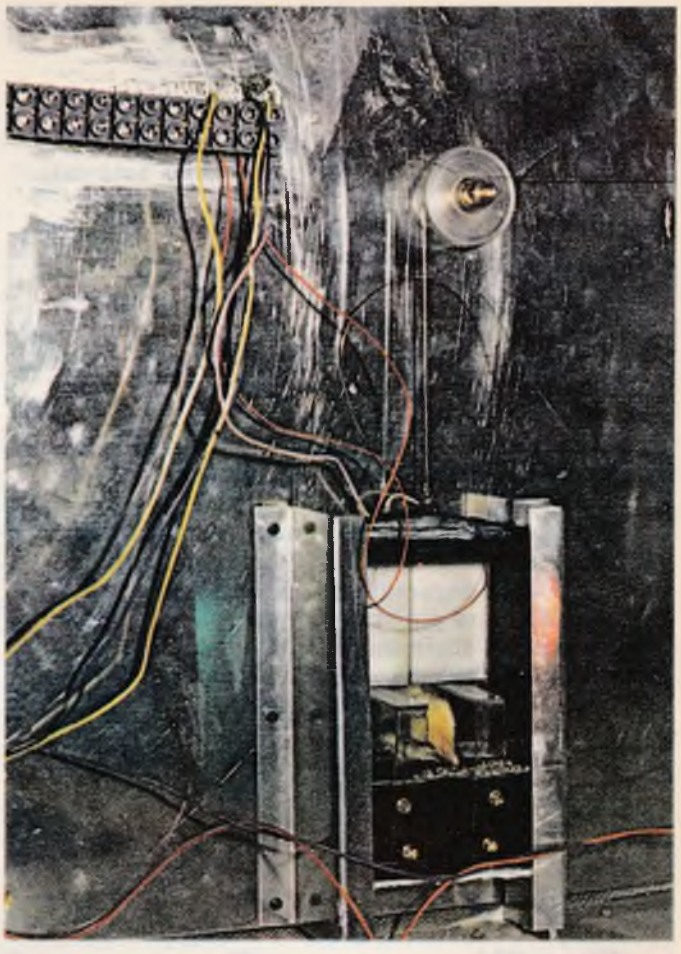
$(0{,}02+0{,}01+0{,}0+0{,}02+0{,}01+0{,}02)/6=0{,}0133$

Burada ortalama sapma,

0,0133 ya da %1⅓'tür.

Ortalama sapma, matematik yoluyla her zaman kolayca elde edilemediğinden, az kullanılır. Onun yerine çoğunlukla «*varyans*»a başvurulur. Varyans, ortalama değerden sapmaların karelerinin ortalaması biçiminde tanımlanabilir. Matematik olarak varyans (σ^2) aşağıdaki gibi gösterilir:

$\sigma^2 = (x_1-m)^2+(x_2-m)^2+(x_3-m)^2 \ldots + (x_n-m)^2/n$



Civciv (altta) doğru renkli tuşu gagaladığında, yem gelir. Renkler değiştirilip her tuşun gagalanma sayısı sayılarak yapılan istatistik çözümleme, civcivin renk ayırma yeteneğini saptamamızı sağlar. Üstteki resimde, yemliğin arka tarafı ve sayıcı mekanizma görülmektedir.

Rulet bir şans oyunudur. (solda) Top sıfıra geldiğinde bütün parayı kumarhane sahibi aldığından, sıfır gelme şansı fazla olacak biçimde ayarlanmıştır.

Varyansın karekökü (σ) «*standart sapma*» denir. Sarkaç örneğine dönülürse, standart sapma aşağıdaki biçimde uygulanır:

$\sigma^2 [(0{,}02)^2 + (0{,}01)^2 + (0{,}0)^2 + (0{,}02)^2 + (0{,}01)^2 + (0{,}02)^2]/6$

$\sigma^2 = 0{,}00023$

Dolayısıyle standart sapma, $\sigma = \sqrt{0{,}00023} = 0{,}0153$'tür.

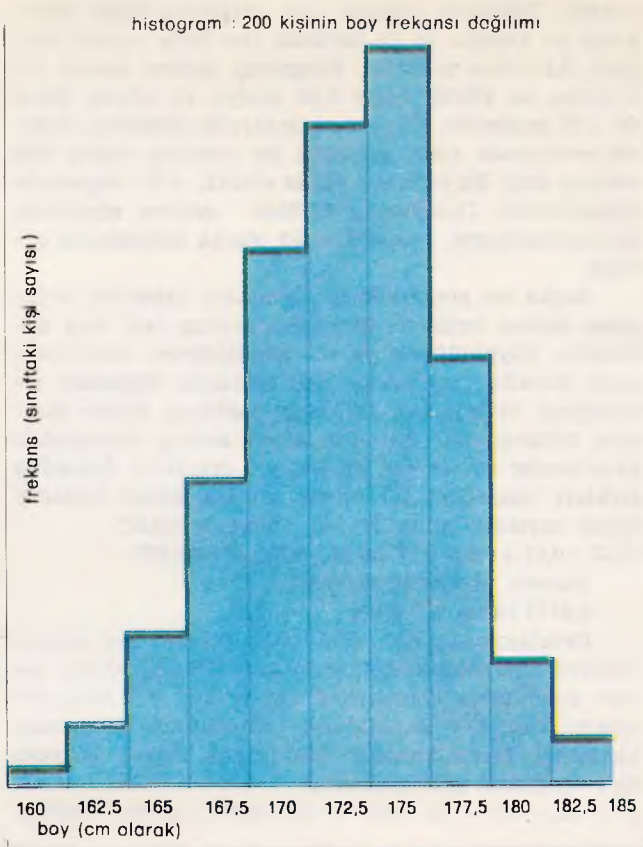
Ölçme değerlerinin büyük bir bölümünün içinde bulunduğu aralığı belirlediği için, standart sapma, istatistikte büyük önem taşır. Standart sapma, ortalama değer (m) dışında bir noktadan hesaplanırsa, daha büyük bir sonuç verir. Bu nedenle, ortalama değer kavramı, «standart sapmanın en az olduğu değer» olarak tanımlanabilir.

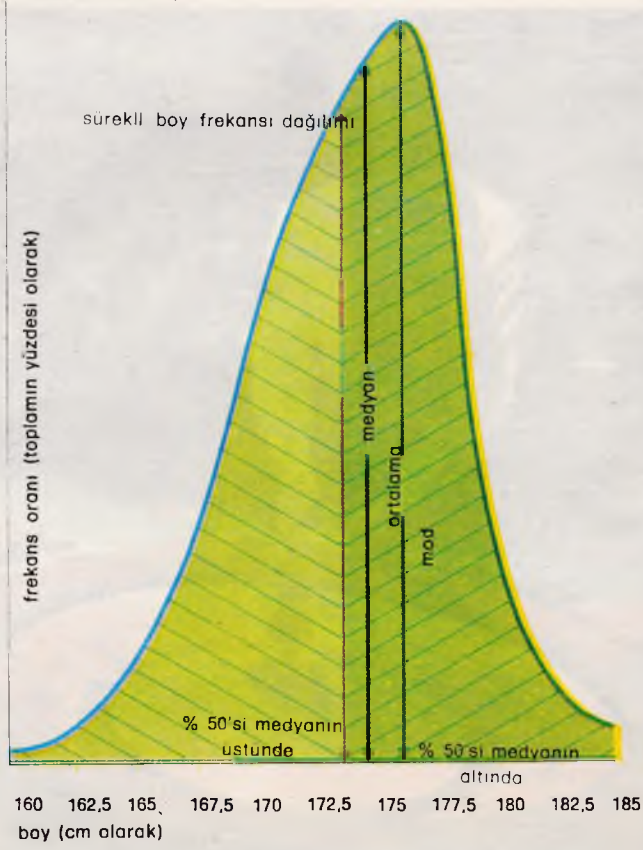
Frekans dağılımları: Boylarının uzunluğu bilinen 200 kişilik bir grubu ele alalım. Tam tamına aynı boyda iki kişi bulunmayacağından, grubu belirli aralıklarda (sözgelimi bir cm'lik) *sınıf*lara ayırmak yararlı olur. Aynı sınıfa düşen insan sayısı «*frekans*» diye adlandırılır. Sınıf-frekans ilişkisini gösteren tabloya, «*frekans dağılımı*» denir. Sözgelimi:

Sınıf	*Frekans*
160 — 162,5 cm	1
162,5 — 165	4
165 — 167,5	10
167,5 — 170	20
170 — 172,5	35
172,5 — 175	43
175 — 177,5	48
177,5 — 180	28
180 — 182,5	8
182,5 — 185	3
Toplam:	200

Yatay eksene sınıfların, düşey eksene de frekansların işaretlenmesiyle bu bilgiler, çizime dökülebilir. Çizimlerden birine, «*histogram*» adı verilir. Histogram, eni sınıf aralıklarına, boyu da sınıf frekansına eşit olan bir dizi dikdörtgenden oluşur.

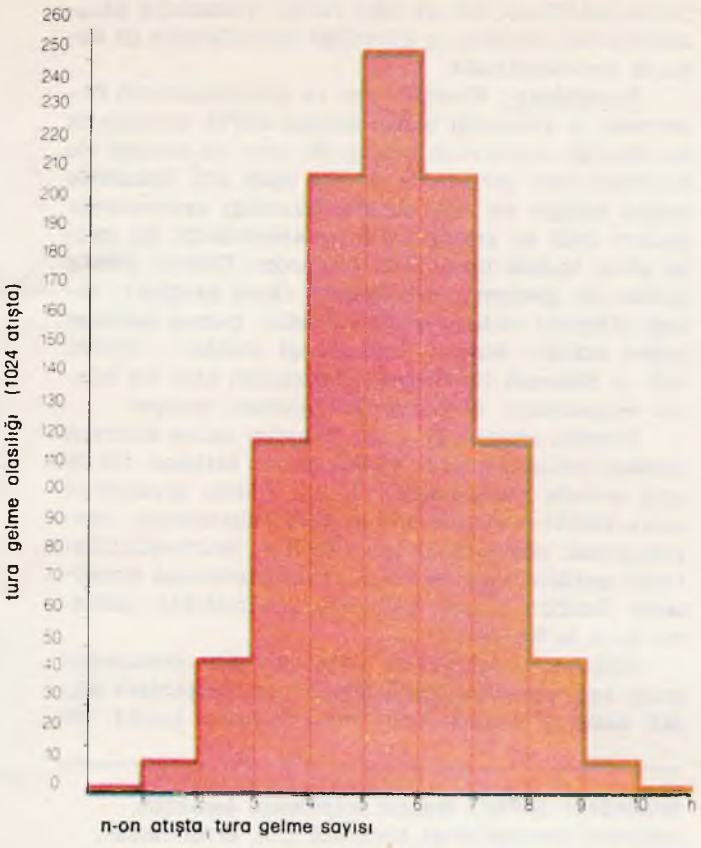
Sınıf sayıları büyük, bunlara denk düşen sınıf aralıkları da küçük olduğu zaman frekans dağılımı yumuşak bir görünüm kazanacağından, bir *sürekli eğri* biçiminde birleştirilebilir. Bu durumda genellikle, düşey eksene, frekans yerine *frekans oranı* (frekansın toplam frekansa oranı) işaretlenir. Yukarda verilen örnekteki frekans dağılımında, toplam frekans 200'dür (incelenen grupların büyüklüğü). Frekans oranlı dağılım eğrileri kullanıldığında, eğri altında kalan alanın bir birim olması gerekir; çünkü, çeşitli sınıflarda-

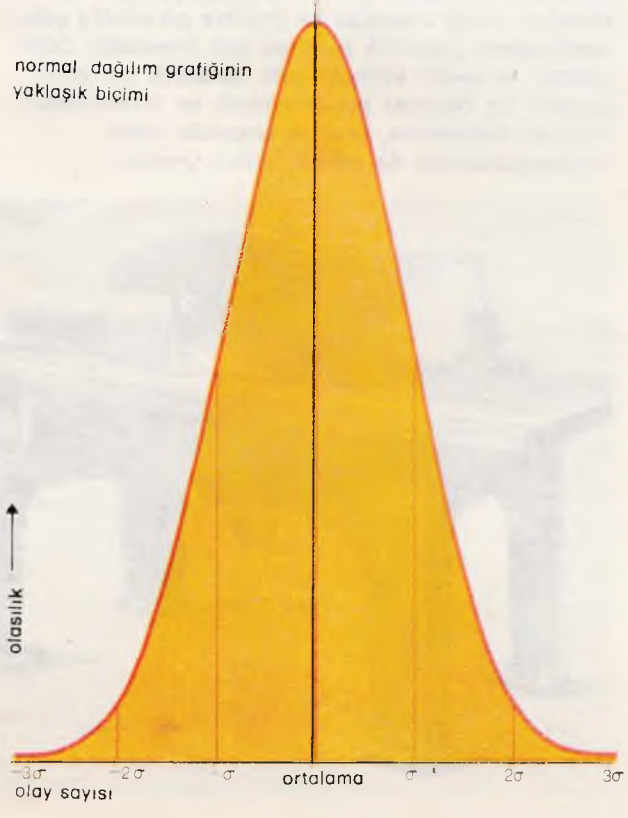




Histogram (sağda üstte): Buradaki 2,5 cm boy aralığı sınıfındaki insan sayısını göstermektedir. Eğrinin altında kalan renkli bölge, kümeye (200) eşittir. Sürekli frekans dağılımı (sağda altta): Her sınıf ikiye bölünürse, histogram daha yumuşak bir görüntü kazanır. Alt sınıfların sayısı artırılırsa, sonuçta, yumuşatılmış dağılım eğrisi elde edilir. Renkli bölge bir birim büyüklüğündedir.

10 atışta tura gelme olasılığını gösteren binom dağılımı





ki değişik oranların toplamı bire eşit olmalıdır. Frekans dağılımı eğrilerinde, bazı özellikler açıklık kazanır. Genellikle, frekansın en büyük olduğu bir tek sınıf vardır. Buna «*mod*» adı verilir. Eğrinin tepe noktası ne kadar belirginse, sınıflar o kadar sık, standart sapma da o kadar küçüktür. Kümenin ortalama yüksekliğini simgeleyen sınıfın, her zaman mod olması gerekmez. Ortalama, modun sağında ya da solunda yeralabilir. Bununla birlikte, eğri bakışımlıysa, ortalama ve mod birbirine özdeştir.

Grafiğin ilgi çeken bir başka noktası da *medyan*dır. Medyan, değişik bir ortalamadır ve kümeyi ikiye ayıran sınıfı simgeler. Grafiğe bakıldığında 100 kişinin medyandan küçük, 100 kişinin de medyandan büyük olduğu görülür.

Bu grafiklerin ikisinden de 200 kişinin ortalama boyu belirlenebilir. Her sınıfın ortalama değerleri $x_1, x_2, x_3 \ldots x_n$ ve bunlara denk düşen frekans dağılımları $f_1, f_2, f_3 \ldots f_n$ ise,

$$\text{boy ortalaması} = \frac{f_1x_1+f_2x_2+f_3x_3+\ldots+f_n x_n}{f_1+f_2+f_3+\ldots+f_n}$$

biçiminde verilir. Burada $f_1+f_2+f_3+\ldots+f_n$ toplamı, kuşkusuz 200 olacaktır.

Olasılık kuramı: Bir yazı tura atışında, yazı ya da tura gelme şansı % 50'şerdir. 100 kez yazı tura atılırsa, bunlardan 50'sinin yazı, 50'sinin de tura gelmesi beklenir. Üst üste 100 kez tura gelmesi, olanaksız değilse de, çok zayıf bir olasılıktır. 99 tura ve bir yazı gelmesi de zayıf, ama 100 kez tura gelmesinden daha kuvvetli bir olasılıktır. Yazı ve turalarla ilgili değişik bir araya geliş biçimleri düzenlenip, bunlar, olasılık değerlerine göre grafiğe dökülürse, elde edilen eğri, daha önceki örnekteki, frekans dağılımı eğrisine benzer. Ancak bu eğri, bakışımlıdır.

İki değişkenin görece büyüklüğüne bağlı olarak, başka olasılık eğrileri de çıkarılabilir. Bu eğrilerden önemli olanlara özel adlar verilir; çünkü bunlar, belirli fizik sorunlarında sık sık karşımıza çıkabilir. Söz konusu eğrilerin belirli frekans dağılımlarına benzerlik göstermeleri raslantı değildir. Bir boy sınıfı içindeki kişilerin sayısı, öteki sınıflardakilerden çoksa, herhangi bir kişinin bu sınıfın içinde olma olasılığı da yüksek olacaktır. Frekans dağılımları, iyi bilinen olasılık eğrilerine uydurulmaya çalışıldığı zaman, dağılımın yapısıyla ilgili önemli ipuçları elde edilir.

Olasılık kuramının istatistikte bir başka uygulama alanı da, ömür süresi deneyidir. Bu deney, seri halde üretilen mallara uygulanır. Ne var ki, malların tü-

---

Binom dağılımı(solda üstte): Yazı tura atışında iki eşit şans vardır. Binom açınımıyla, atışlarda yazı tura gelme olasılığı saptanır. Grafikteki renkli bölge, birim alandır.

Normal dağılım (solda altta): Olasılık sayısı büyük olduğunda, eğri yumuşak görünüm alır. Ama grafiğin altındaki bölge, hâlâ birim alandır. 3 σ (σ = standart sapma), grafik alanının % 99,73'ünü kapsamaktadır.

müne uygulanamayacağından, rasgele seçilen bir örnek, bozulana kadar belirli yıpratma deneylerinden geçirilir. Standart sapmasıyla birlikte, örneğin dayanma süresi saptanır. Ama bulunan değerin, öteki ürünlerin de özelliğini yansıtma derecesi, kullanılan örnek miktarının ya da sayısının, toplam ürüne göre büyüklüğüne bağlıdır.

Başka bir deyişle, söz konusu ürünlerin (bunlar insan ya da başka bir nesne de olabilir) her biri tek tek denetlenmedikçe, bu tür sonuçların belirsizlik taşıması kaçınılmazdır. Dolayısıyle istatistik, olasılıklar kuramına dayanır.

İstatistik mekanik: Atom fiziğinde, gözleme işlemi hatalara yolaçar. Heisenberg'in belirsizlik ilkesinde bu, şöyle dile getirilmiştir: Herhangi bir temel taneciğin hem *momentumu*, hem de *konumu* duyarlı olarak aynı anda ölçülemez (momentum, kütle ile hızın çarpımıdır; Bk. DİNAMİK). Herhangi bir anda belirli bir taneciğin konumu duyarlı olarak biliniyorsa, taneciğin o andaki momentumu bilinmiyor demektir. Bununla birlikte, konum ve momentumun aynı anda hatalı olarak ölçülmesi olanaklıdır.

Maddenin yapısıyla ilgili yasalar (bunlar çağdaş fiziğin temelini oluşturur), içinde yaşadığımız gerçek dünyaya uygulanabilir. Ancak, insanoğlu, modeli uzay ölçeğinde geliştirerek, maddenin moleküllerden, atomlardan ve onlardan da küçük taneciklerden oluştuğunu bulmuştur (Bk. TANECİK FİZİĞİ). Bu akıl yürütme, mikroskopik cisimlerin varlığına ilişkin deneylere de uyar.

Mikroskopik birimler, kümelerin (sözgelimi katıların, gazların, sıvıların *makroskopik* dünyasını oluşturan kümelerin) birer üyesidir. Bu üyelerde bulunduğu düşünülen özelliklerin, bütün kümeler üstünden alınan ortalaması, içinde yaşadığımız makroskopik dünya bulgularına uyuyorsa, o zaman bu küçük taneciklere yakıştırdığımız özelliklerin doğruluğuna inanırız. İstatistik mekaniğin konusu budur.

İŞ Bk. ENERJİ

İŞ GÜVENLİĞİ

Tarihöncesi insanının, çakmaktaşına biçim vererek araç ve silah üretmeyi başardığında, ilkel toplumluk yaşamında önemli gelişmeler sağladığı sanılmaktadır. Buna karşılık, çakmaktaşı yontucularının, akciğerlerde silis tozunun birikmesinden doğan, *silikoz* adlı hastalığa yakalanmış ya da uçuşan taş parçacıklarıyla yaralanmış oldukları düşünülebilir.

Eski çağların taş yontucuları, bilim ve teknoloji alanındaki bütün atılımlarda görülen bir süreci başlattılar. O tarihten bu yana geliştirilen endüstri işlemlerinin tehlikeleri, aşağı yukarı her zaman, uygulamaya geçildikten sonra anlaşıldı.

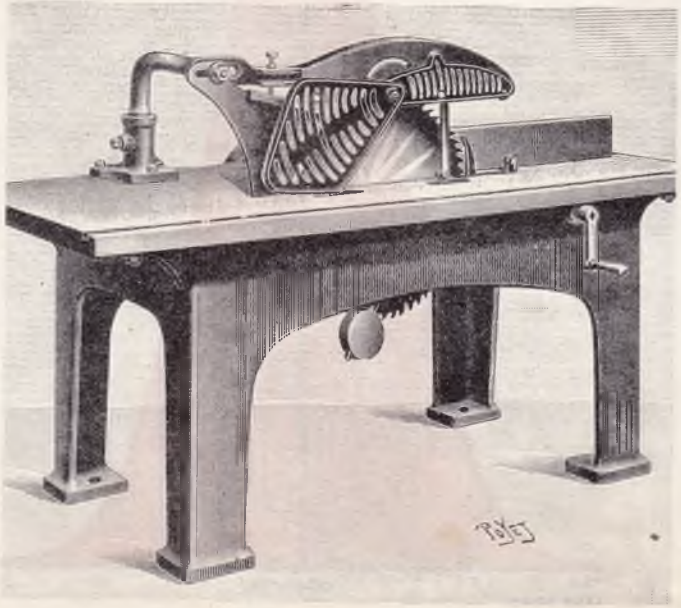
Endüstri uygulamalarının neden olduğu zararlar sonucu, yılda 100 000 kişinin yaşamını yitirdiği ileri sürülmektedir. Meslek kazalarının ve hastalıklarının toplam sayısında, uzun dönemde bir düşüşe ulaştığını savunabilecek çok az ülke vardır. Teknolojik gelişmelerin hızı arttıkça, iş güvenliği uzmanlarının işi daha da zorlaşmaktadır.

Hastalıklar : Hastalıkların ve zehirlenmelerin önlenmesi, iş güvenliği uzmanlarının büyük zorluklarla karşılaştığı alanlardan biridir. Solukla içe çekilen toz taneciklerinin çevresinde oluşan aşırı lifli dokuların neden olduğu bir dizi akciğer hastalığı *(pnömokonyozlar)* hâlâ en yaygın sorunlar arasındadır. Bu gruba giren başlıca hastalıklar şunlardır: Silikoz; kömür işçilerinde görülen pnömokonyoz *(kara akciğer)*; asbest liflerinin neden olduğu *asbestoz;* pamuk tozunun neden olduğu *bisinoz (kahverengi akciğer)*. Grafit, talk ve diatomit (fosilleşmiş diatomeler, yani tek hücreli suyosunları) de benzer hastalıklara yolaçar.

Fabrika ortamında, tozun denetim altına alınması gittikçe zorlaşmaktadır; çünkü üretim arttıkça, toz da aynı oranda artmaktadır. İkinci Dünya savaşından sonra kömür madenlerinde makina kullanımının yaygınlaşması, ocaklardaki toz miktarını artırmıştır. Dokuma endüstrisinde de büyük oranda tozlanma olmaktadır. Özellikle pamuk kullanılan işletmelerde, tozlanma daha da fazladır.

Öğütme, zımparalama, fırçalama gibi işlemlerden gelen tozu denetim altına almak için, tezgâhlara *düşük hacimli, yüksek hızlı emme kafaları* takılır. Bu

Resimdeki (altta) testere tezgâhının bıçakları, çalışanın parmaklarını korumak için, örtülmüştür. Oldukça eskiye dayanan bu örnekte görüldüğü gibi, makinaların güvenlik tasarımı çok önemlidir. Dişli çarklar ve kesici yüzeyler gibi hareketli parçalar, güvenli bir biçimde yerleştirilmeli ve örtülmelidir. Ama bu önlemlerin, onarım sırasında engel oluşturmamasına da dikkat etmek gerekir.



araçlar, esnek bir hortum içinden geçirilen havanın basıncıyla çalışır ve böylece yaratılan vakumla, toz parçacıkları emilir. İş güvenliği uzmanları, havadaki asbest tozu miktarını saptamak için, havayı 20 mm kalınlığındaki bir zar filtreden geçirerek emen, taşınabilir elektrik pompaları kullanırlar. Filtrenin daha sonra, mikroskop altında incelenmesiyle, havadaki tanecik oranı bulunur. Egzoz donanımlarında, denetlenecek tozun türüne göre, çeşitli filtreler kullanılır ve havadan tozu ayırmak için *elektrostatik çökelticiler*den yararlanılır (Bk. SÜZME VE AYIRMA).

Asbest tozu, akciğer kanserine ve karın ile göğüs boşluklarının zar dokusunda görülen *mezotelyoma* adlı bir hastalığa neden olur. Sürekli olarak tozlu ortamda çalışan işçilerde, bronşit, amfizem ve astım gibi hastalıklar, öteki insanlardan daha çok görülür. Söz konusu hastalıklara yakalananların sayısında, hastalık nedenleri anlaşıldıktan sonra da bir azalma olmamıştır. Oysa, bu hastalıkların toz denetimiyle ortadan kaldırılması olanaklıdır. Sorun, tıp alanındaki yetersizliklerden çok, ekonomik nedenlere bağlıdır.

Kimyasal maddeler: Kimyasal maddelerin geniş çapta kullanılması, yeni sorunlar yaratmaktadır. Bu konuyla ilgili listelerde, toz için olduğu kadar, yüzler-

Bir yüz maskesinin denenmesi. (üstte) Plastik başlıkta argon bulunmaktadır. Üstünde deney yapılan kişi, oksijenli bir yüz maskesi takmaktadır. Dışarı verilen havadaki argon yüzdesi, yüz maskesine sızan argonun miktarını gösterir.
Bu pres tezgâhının üstüne fotoseller yerleştirilmiştir. (altta) Fotoseller, işçi makinaya çok yaklaşınca, presi durdurur.

Püskürtme tabancasıyla boya yapan bir işçinin yüz maskesiyle korunması. (altta solda) Püskürtme, boyalar için olduğu kadar, pastan koruyucu kimyasal maddelerin uygulanmasında da etkili bir yoldur. Ne var ki, bu yöntemde, boya tanecikleri havaya karışıp, ciğerlere ve gözlere girebilir.

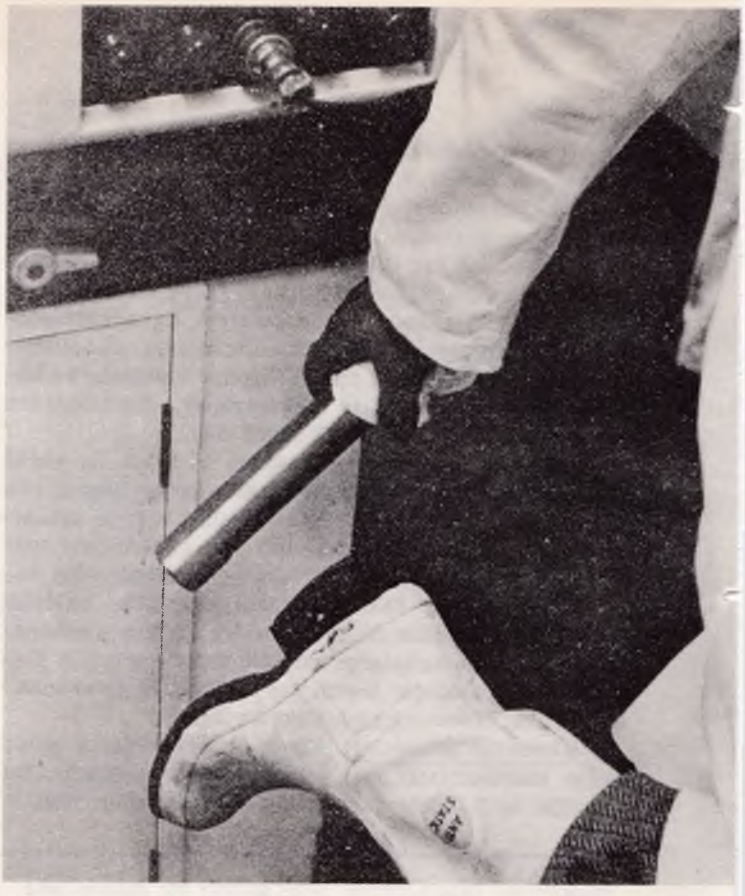
Ark kaynağı yapımında kullanılan başlıkta, koyu renkli bir cam levha bulunur. (altta sağda) Ark çok parlak olduğundan, kaynakçı koyu camdan yaptığı işi görebilir. Ark, korunmasız gözlerde ağ tabakaya önemli zararlar verir.

ce kimyasal madde için de havada bulunabilecek sınır değerler gösterilmiştir. Bununla birlikte, günümüzde yaklaşık 15 000 kimyasal madde kullanılmaktadır. Bu sayıya her yıl, aşağı yukarı 3 000 madde daha eklenmektedir. Üstelik, yeni kimyasal maddelerin uzun dönemde sağlığa yönelik tehlikeleri de bilinmemektedir.

Sözgelimi, 1930'larda geliştirilen ve lastiğe dayanıklılık sağlayan çok başarılı bir üründe katkı maddesi olarak kullanılan *beta naftilamin*, kansere neden olmaktadır. Yapımcıların bu gerçeği 1943 yılında öğrenmelerine karşılık, beta naftilamin, 1949 yılına kadar yasaklanmamıştır. Daha yeni bir örnekse, PVC'dir. Yaygın biçimde kullanılan PLASTİKLER'den biri olan PVC'nin yapımında yararlanılan vinil klorür monomerinin de kansere neden olduğu anlaşılmıştır.

Kimya işletmelerinde çalışanların tehlikeli gazlardan korunması için, kazanlar ve ölçüm araçları kapalı tutulmalıdır. Atmosferde zehirli madde düzeylerinin ölçümü için, «koku alıcı» aygıtlar geliştirilmiştir: Bunların bazıları, önceden belirlenmiş düzeyler geçildiğinde uyarıcı sinyal verecek biçimde tasarlanır. Kutu türündeki GAZ MASKESİ, bu kutular kimyasal maddeleri süzecek filtreyle donatılmışsa, etkilidir; ama oksijen düzeyinin çok düşük olduğu bir ortamda hiç bir yararları olmaz.

Kazalar: İş güvenliğinin en çok dikkat çeken ala-



Güvenlik ayakkabılarının çeşitli türleri vardır. Resimde (üstte), antistatik çizmelerin, patlayıcıların bulunduğu bir ortamda kullanılmadan önce deneyden geçirilmesi görülmektedir.

Oksijen maskeleri (solda), yüksek fırınlardan çıkan karbon monoksit ve kükürt dioksit gibi tehlikeli dumanlardan işçileri korumaktadır.

1974 yılında Flixborough'daki bir kimyasal işletmede ortaya çıkan patlama sonucu oluşan yıkıntılar. (sağda) Teknoloji, güvenlik çalışmalarından çok daha hızlı gelişmektedir. Aşağı yukarı her gün, yeni kimyasal maddeler ve yeni işlemler bulunmakta, ama bunların yarattığı tehlikeler, ancak uygulamaya geçildikten sonra anlaşılmaktadır.

nı, makinaların hareketli parçalarının neden olduğu kazalardır. Dişlilerin ve makinanın öteki hareketli parçalarının kafeslerle ayrılması ve koruyucularla çevrilmesi gerekir. Makina çalıştırıcılarının yüzük, saat, kravat takmalarına ve uzun kollu giysiler giymelerine izin verilmemelidir. Uzun saçlar da başlıkla korunmalıdır.

Preslerde çalışan işçilerin kollarına ve makinanın üst bölümüne kablolar bağlanabilir. Böylece, pres aşağı inerken, işçinin elleri kendiliğinden, tehlikeli bölgenin dışına çekilir. Taşlama, talaş kaldırma ve kaynak işlemlerinin yürütüldüğü yerler ile aşınmaya neden olan asitler gibi tehlikeli kimyasal maddelerin kullanıldığı yerlerde, gözlerin korunması için gözlükler takılmalıdır. Radyoaktif maddeler gibi tehlikeli maddelerin söz konusu olduğu işlemlerdeyse, uzaktan kumandalı aygıtlar kullanılır.

Ayakların ağır maddelerden korunması için, üstlerine çelik geçirilmiş ayakkabılar kullanılır. İnşaatlar-

Resimde (solda), duyma organlarını traktörün gürültüsünden korumak için kulaklık takmış bir işçi görülmektedir. Denetim kolu yeterince uzun tutulduğundan, işçinin eğilmesi gerekmemektedir. Kol üstündeki mil de, ayarlamanın kolay olması için uygun bir biçimde yerleştirilmiştir.

da ve çelik işletmeleri gibi ağır yüklerin taşındığı durumlarda da, güvenlik başlıkları takılır. Tehlikeli maddelerin depolanmasına büyük özen gösterilir. Sözgelimi, fişek üreten bir fabrikada, tehlikeli maddeler, kazayla bir araya gelip patlamasınlar diye, ayrı binalarda depolanır.

Günümüzde kazaların önlenmesi konusundaki çalışmaların büyük bir bölümü araçların, makinaların ve fabrikaların tasarımına yöneliktir. Araştırmalarda, çalışanların dikkatsizliklerinden çok, çalışma ortamındaki hatalar göz önüne alınmaktadır. ERGONOMİK BİÇİMLENDİRME çalışmalarına katılan danışman ve tasarımcılar birçok aracın kullanıma uygun olmadığını belirtmektedirler. Sözgelimi, sıradan bir torna tezgâhının incelenmesi, bu makinayı kullanacak işçinin (ideal durumda) boyunun 1,3 m, kol açıklığının da 2,4 m olması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Kitlelere yönelik tehlikeler: Kimyasal madde üretiminin ve kullanımının günden güne artması, hem çevrenin, hem de toplumun korunmasını zorlaştırmaktadır. İngiltere'de, Flixborough'daki bir kimya işletmesinde 1974 Haziranında ortaya çıkan patlama, söz konusu tehlikeleri açıkça göstermektedir. Bu kazada 28 kişi ölmüş, 105 kişi yaralanmış ve 3 000 kişi bölgeden ayrılmak zorunda kalmıştır. 200 ev de hasara uğramıştır.

ÇEVRE KİRLENMESİ DENETİMİ de, iş güvenliğinin bir parçası haline gelmektedir. Japonya'da, bir plastik fabrikasının artıkları arasındaki cıvanın denize dökülmesi, çok sayıda insanın zehirlenmesine neden olmuştur. Bölge halkı, cıvayı, başlıca besin kaynaklarından biri olan balık yoluyla almış, birçok kişi ölmüş, yüzlercesi sakat kalmış, çok sayıda çocuk da bedensel ve zihinsel olarak kusurlu doğmuştur.

İŞİTME AYGITI

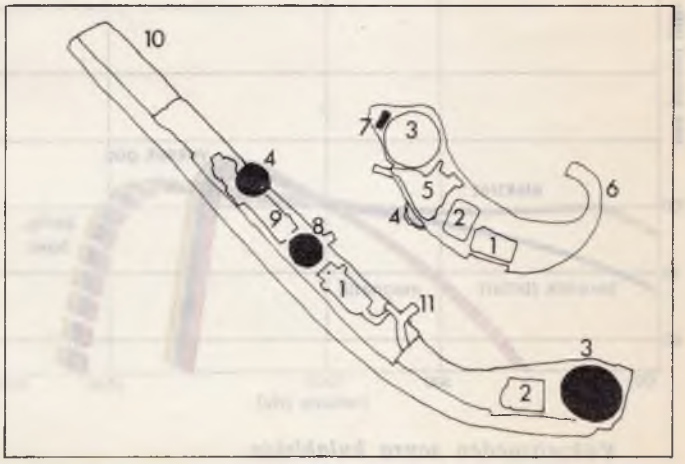
Sağırlara yardımcı olma amacıyla yapılan çalışmaların en önemli ürünü, kuşkusuz elektronik işitme aygıtıdır. Elektronik işitme aygıtları günümüzde, dünyanın her yanında milyonlarca kişi tarafından kullanılmaktadır. Temelde yalın ses şiddetlendirme sistemleri olan işitme aygıtları, dört önemli bölümden oluşur: Sesi algılayarak çok küçük bir elektrik sinyaline dönüştüren MİKROFON; bu elektrik sinyalini güçlendiren YÜKSELTİCİ; elektrik sinyalini yeniden sese çevirip kulağa gönderen (ve genellikle «alıcı» diye adlandırılan) kulaklık; yükselticiyi çalıştırmak için gereken gücü sağlayan güç kaynağı (çoğunlukla küçük bir pil). Kulaklık, plastikten yapılır ve kullanacak kişinin kulağından alınan kalıba göre biçimlendirilir. İşitme aygıtları üç grupta toplanabilir: Bedene takılan aygıtlar; başa takılan aygıtlar; grup eğitiminde ya da grupça dinleme amacıyla kullanılan araçlar. Bedene takılan aygıtlar, boyutları ve güçleri daha büyük olduğundan, her türden ve her derece sağırlıkta kullanılabilir. Ama birçok kişi, kullandığı işitme aygıtının görülmesini istemediğinden, daha küçük olan başa takılan aygıtları yeğler. Başa takılan aygıtlar da üç grupta toplanır: Kulağın arkasına takılanlar; gözlük çerçevesine takılanlar; bütünüyle dış kulağın içine takılanlar. Başa takılan aygıtlar, bedene takılanlar kadar yüksek çıkış vermezler, ama öteki özellikleri aşağı yukarı aynıdır. Aygıtın boyutları küçüldükçe, verimi de düşer. Grup işitme aygıtları, sağır okullarında ve aygıtın büyüklüğünün önemli olmadığı yerlerde kullanılır. Bunlarda bulunan yüksek nitelikli büyük mikrofon ve kulaklıklar, bedene ya da başa takılan aygıtlardan çok daha üstün verimle çalışır.

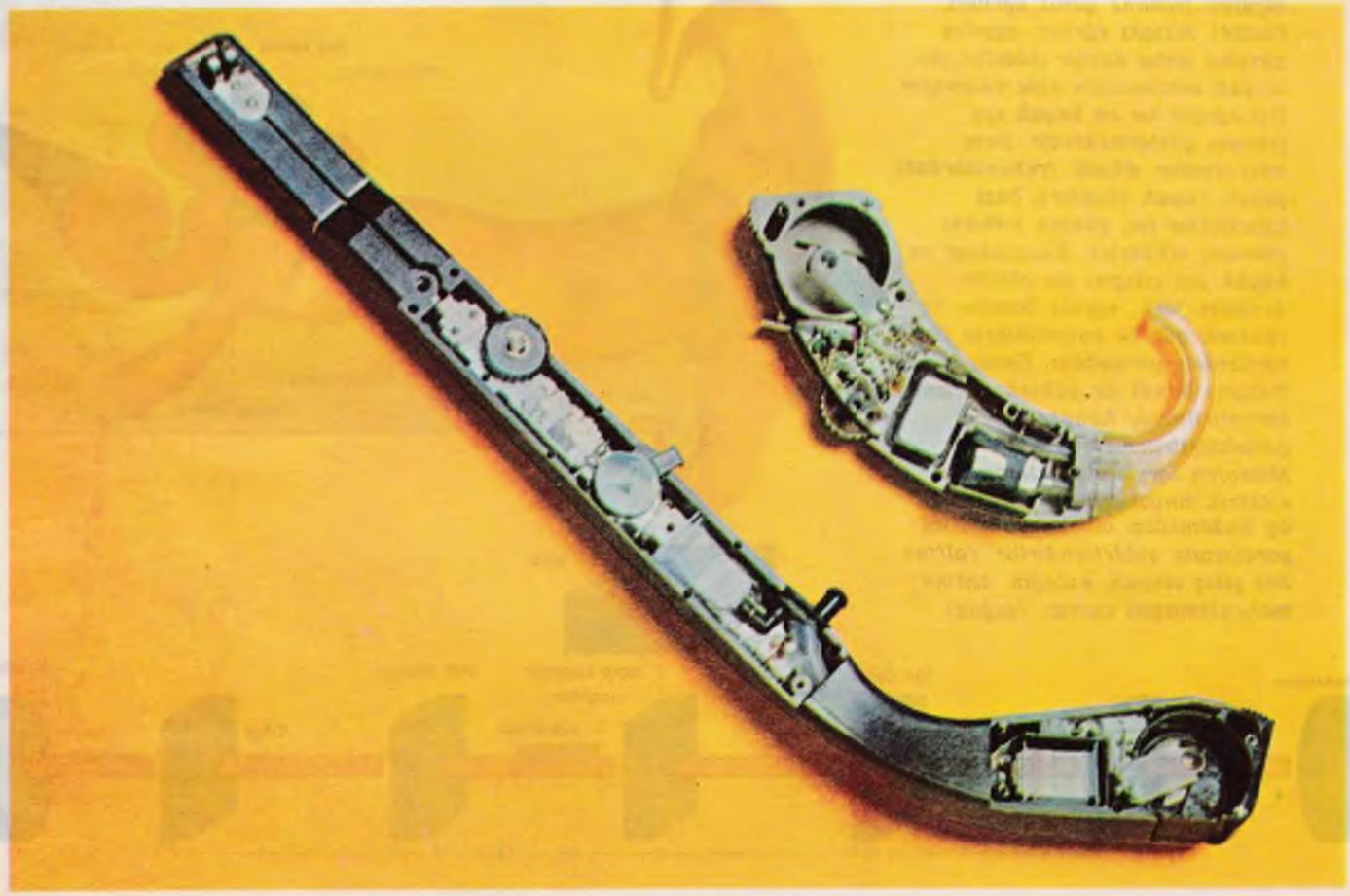
Çalışma değerleri: İşitme aygıtının performansı, büyük ölçüde dönüştürücülere, yani mikrofon ile kulaklığa bağlıdır. Bu dönüştürücülerin performansı, frekans yanıt eğrileriyle gösterilir. Frekans yanıt eğrileri, 100 Hertz'den 10 000 Hertz'e kadar uzanan geniş bir frekans aralığında, mikrofon ile kulaklığın ilgili sesleri değerlendirmesini simgeler. Düşük frekanslarda, mikrofonun kısıtlayıcı etken olmasına karşılık, yüksek frekanslarda performansı, kulaklık sınırlar.

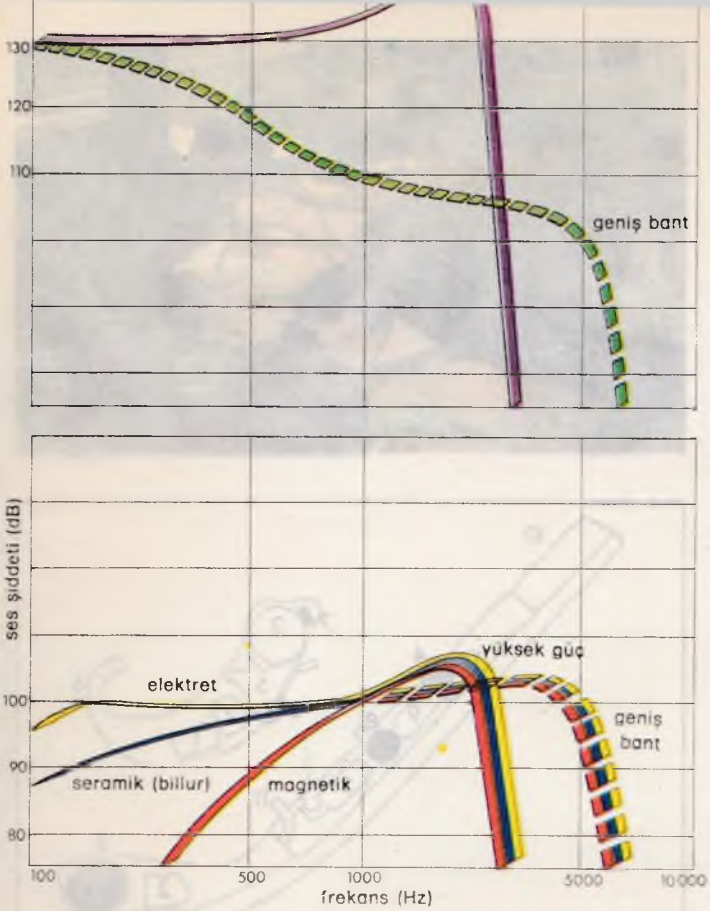
Yükseltici, gerekli şiddetlendirme derecesine göre üç ya da daha çok sayıda transistörden oluşur. Yükselticinin frekans yanıtı ile akış gücü, aygıtın çalışmasına kısıtlayıcı etkisi olmayacak biçimde seçilir. Ama gene de, ilk transistör kademesinin oluşturduğu parazit sesleri önemlidir; çünkü bu parazitlerin düzeyi çok yüksek olursa, aygıtı kullanan, seslerin arkasında sürekli bir hışırtı işitir. Aygıtın çıkarabileceği en

İlk işitme aygıtı olan dinleme borusunun, dış kulaktan daha çok ses toplayabilen geniş bir ağzı vardı. Resimde (solda) Beethoven'in işitme boruları görülmektedir. Eski dinleme aygıtlarından örnekler. (altta) Karbon mikrofonlu bu aygıtların pilleri deri kutulara yerleştirilirdi. Bildiğimiz anlamda yükseltici sayılmayan bu aygıtlar, daha çok telefona benzerdi.

Laringograf adı verilen bu aygıt, sağır kişilerin ses tonlarını ayarlamalarına yardımcı olur. (üstte solda) Sağır kişinin boynunun önüne iki küçük elektrot yerleştirilir. Ses tellerinin her hareketini kaydedip çözümlemesini yapan bu elektrotların elde ettiği sonuç, osiloskop ekranında gösterilir.
Bedene takılan işitme aygıtları kullanan, kısmen sağır çocuklar sınıfı. (üstte sağda) Sıraların üstünde ayrıca, bükülebilen mikrofonlar vardır.
Başta taşınan işitme aygıtları. (altta ve sağda) Gözlük çerçevesine ve kulak arkasına takılan bu aygıtlar şu parçalardan oluşur. — 1. Mikrofon. — 2. Kulaklık (alıcı) — 3. Pil. — 4. Ses ayarı. — 5. Elektronik devreler. — 6. Kulağa takılan askı. — 7. Açıp kapama düğmesi. — 8. Ton ayarı. — 9. Ses nitelik ayarı. — 10. Ayarlanabilen uzantı. — 11. Kulaklığın ağzı.







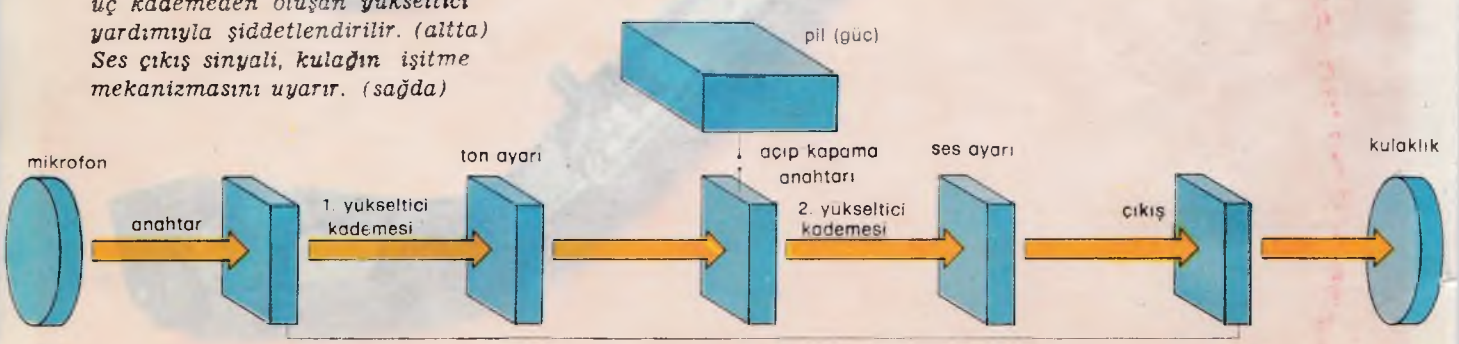
Yükseltmeden sonra kulaklıkta ölçülen frekans yanıt eğrileri. (üstte) Alttaki eğriler, aygıtın girişine daha düşük şiddette ses sinyali verilmesiyle elde edilmiştir. Üst eğriler ise en büyük ses çıkışını göstermektedir. Bazı mikrofonlar düşük frekanslardaki yanıtı (siyah çizgiler), bazı kulaklıklar ise, yüksek frekans yanıtını etkilerler. Kulaklıklar en büyük ses çıkışını da etkiler. Aradaki fark, «geniş bantlı» ve «yüksek güçlü» kulaklıklarla ilgili eğrilerden görülebilir. Geniş frekans bandı ile yüksek çıkışın birleştirilmesi, henüz gerçekleştirilememiştir.

büyük ses miktarı («en büyük ses çıkışı» da denir), çıkış transistörünün ve kulaklığın güçlerine bağlıdır. Ayrıca, pilin verebileceği akım miktarı da, gücün sınırını belirler. Pil küçüldükçe, ömrünü azaltmadan verebileceği normal akım miktarı da o oranda düşerek, aygıtın vereceği sesi azaltır. Sesin ne ölçüde yükseltileceği, aygıtı kullanacak kişinin sağırlık derecesine bağlıdır ve 40 ile 80 dB (desibel), yani 100 ile 10 000 kat arasında değişir. Dönüştürücüler, % 100 verimle çalışmadıklarından, gereken elektriksel yükseltme, istenen ses yükseltme oranından daha fazladır. Yükseltme, frekansa bağlı olarak da değişir. Birçok işitme aygıtı, yüksek frekansları, düşük frekanslardan daha çok yükseltir. Böylece, konuşmaların daha kolay anlaşıldığı görülmüştür.

Kulaklık, aygıtın frekans yanıtını, yükseltme miktarını ve en büyük ses çıkışını etkilediğinden, bedene takılan aygıtlarda bu özellik, özel gereksinmelere göre yükseltmeyi ayarlamada kullanılır. Kulaklıklar yüksek frekanslara yanıt vermez.

Frekans yanıt eğrileri: İşitme aygıtları, en büyük ses çıkışı ya da çıkış gücü yönünden üç gruba ayrılır: Düşük güçlü aygıtlar; yüksek güçlü aygıtlar; orta güçlü aygıtlar. Düşük güçlü aygıtların en büyük çıkış gücü, 110 dB, orta güçlü aygıtlarınki 120 dB, yüksek güçlülerinki ise 130 dB dolaylarındadır. Jet motorunun yakınlarında ses şiddetinin 130 dB kadar olduğu düşünülürse, bu örnekler konusunda daha açık bir fikir edinilebilir. Bazı sağırlar, bu şiddetteki sesleri bile duyamayıp, 135 dB ve daha yüksek ses şiddetlerini duyabilirler.

Ses çıkış sinyali, kulağın işitme mekanizmasını uyarır. (sağda)



Birçok işitme aygıtında mikrofonu devreden çıkarıp, alıcı bobini devreye sokan bir düğme bulunur. Alıcı bobin yardımıyla, bir odanın çevresinde yeralan antenin oluşturduğu magnetik alternatif sinyaller alınarak, oda içinde bulunan kişinin yükselticiye bağlı olmaksızın dolaşabilmesi sağlanır. Bu sistemler, okul ya da evlerde radyo ve televizyon dinlemede kullanılır. Bunlarla, radyo, televizyon ya da bir konuşmacının önünde yeralan mikrofondan çıkan sinyallerin, araya çevre gürültüsü karışmaksızın, doğrudan doğruya işitme aygıtına ulaşması sağlanır.

İşitme aygıtının performansı, girişine frekansı 100'den 10 000'e kadar değiştirilen bir ses sinyali verilip, çıkışı bir ses eşleştiricisiyle ölçülerek saptanır.

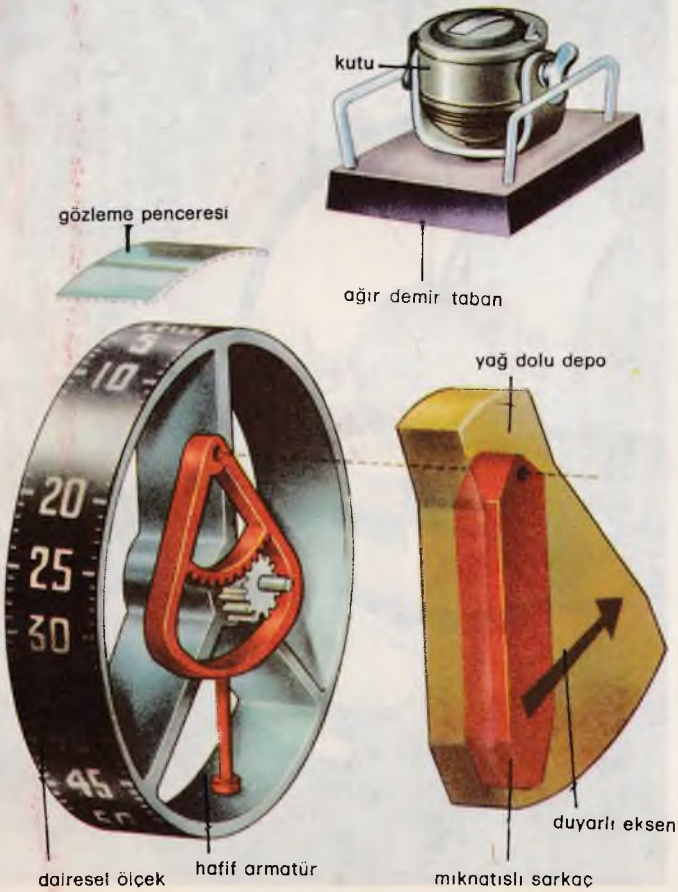
İVME Bk. DİNAMİK

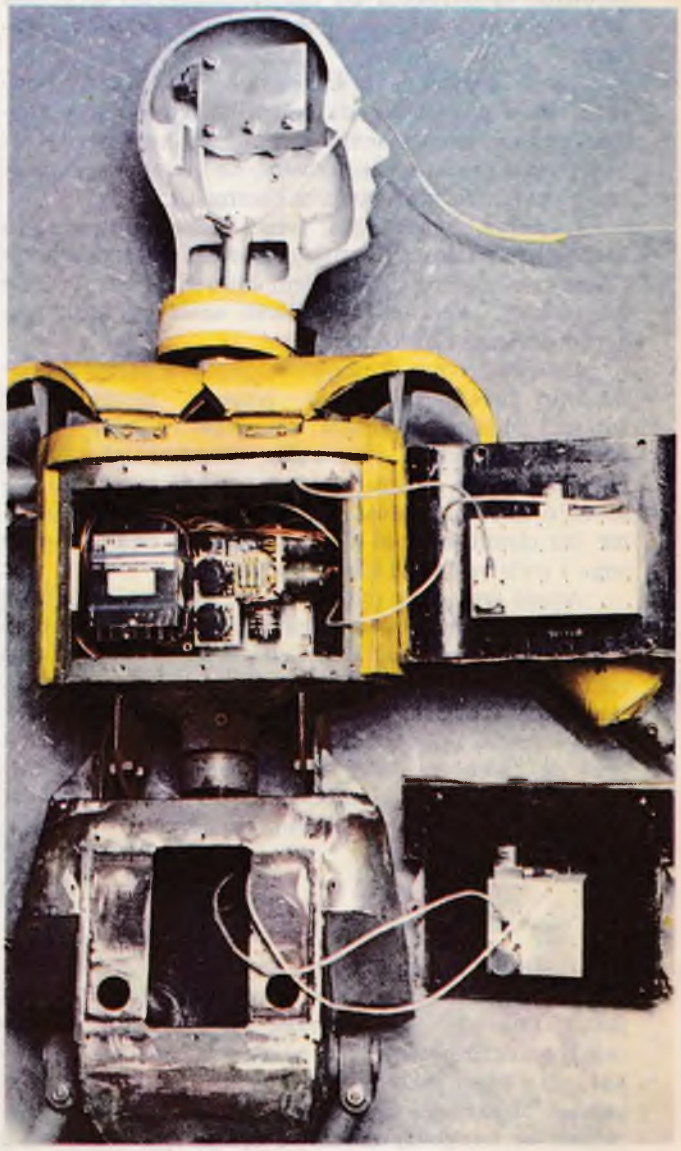
İVMEÖLÇER

İvme ölçmek için hazırlanmış bir aygıt olan ivmeölçerin, doğrusal ve açısal ivmeleri ölçen iki ayrı türü vardır.

İvmeölçerler, otomobilin fren yapması sırasında ortaya çıkan kuvvet gibi negatif ivmeleri de ölçerler. Ayrıca, otomobil endüstrisinde hızlanma ve yavaşlama sırasındaki ivmeleri, viraj dönerken ortaya çıkan yatay ivmeleri ve bozuk yollarda ortaya çıkan düşey ivmeleri de ölçmede kullanılırlar.

Aygıtın kullanıldığı öteki yerler arasında, güvenlik kemerlerinin sağlamlık denetimi (belirli bir yük taşırken kemerin kopmasına yolaçan kuvvetin ölçül-





Warwickshire'deki (İngiltere) MİRA yol güvenlik laboratuvarında, otomobil kazalarının araştırılmasında kullanılan bir maket. (üstte) Maketin başına, göğsüne, karnına (açık duran kapaklardaki gümüş rengi kutular) ve bacaklarına ivmeölçerler yerleştirilmiştir.
Tapley marka fren deney aygıtı da (solda) yalın bir doğrusal ivmeölçerdir. Oynamaması için, ağır demirden yapılmış bir taban üstüne oturtulmuştur. Fren yapılınca mıknatıslı sarkaç sallanır ve göstergeye bağlı hafif parçayı hareket ettirir. Gösterge, bir sonraki deney için yeniden ayarlanıncaya kadar, aynı değeri gösterir.

mesi) ve gemi gövdeleri ile uçak kanatlarının ucunda oluşan titreşimlerin incelenmesi sayılabilir.

Doğrusal ivmeölçer, bir yaya asılı ve ancak yayın ekseni doğrultusunda, yani yayın tam ortasından geçen bir doğru boyunca, hareket eden bir cisimden oluşur. Bu eksen, «ivmeölçerin duyarlı ekseni» diye adlandırılır ve hareketli bir cismin ivmesinin ölçülmesi için, eksenin, hareketin doğrultusuyla çakışması gerekir.

Yayın gerginliği ile ucundaki cismin ağırlığı, duyarlı eksen doğrultusunda belirli bir kuvvet uygulandığı zaman, cismin belirli bir miktar hareket edeceği biçimde ayarlanmıştır. Cisim, bu hareketin miktarını gösteren bir göstergeye bağlanmıştır.

Gösterge, ivmeölçerin, ivmesi bilinen bir cismin üstüne yerleştirilip, ibrenin gösterdiği değerin işaretlenmesiyle ayarlanır. Bu işlem bilinen birçok değerle yinelenirse, konulan işaretlerin arası doldurularak, bütün gösterge işaretlenmiş olur.

Doğrusal ivme ölçümünde çeşitli birimler kullanılabilir. Orta büyüklükteki ivmeler, metre/saniye^2 (m/sn^2) cinsinden ölçülür. Bu değer, cismin hızına, saniyede kaç metre eklendiğini gösterir. Daha büyük ivmeler ise «*g*» birimi cinsinden, yani yerçekimi ivmesinin kaç katı olduklarını gösterecek biçimde ölçülür. Bir cismin normal düşüşü sırasında, ona etki eden ivme 1 g'dir ve değeri 9,81 m/sn^2'dir.

Açısal ivmeölçer de benzer bir ilkeye göre çalışır; ama açısal ivmeyi ölçebilmek için, değişik biçimde düzenlenmiştir. Açısal ivme, sözgelimi bir makinanın volanında görülebilir. Kütlesi bilinen cisim, burada sarmal bir yayın üstüne yerleştirilen bir disktir. İvme sonucunda dönen disk, yayı da döndürür. Açısal ivme de, m/sn^2 ya da eşdeğeri cinsinden ölçülür. Ancak, ivmesi ölçülen cismin, dönme hareketinin merkezine olan uzaklığının da bilinmesi gerekir.

İYON TAHRİĞİ

Roketler, belli bir doğrultuda, hızla akan bir maddenin yarattığı güçle hareket ederler. NEWTON YASALARI'na göre, her hareket, karşıt yönde, eşit bir tepkiye neden olur. Roketi hareket ettiren güç de, arkasından akan maddenin neden olduğu tepkidir. Kuramsal olarak, bir ortamdan herhangi bir hızla fırlatılan herhangi bir madde, o ortam için roket etkisi oluşturur: Sözgelimi, bir uzay aracının arkasından atılan tuğlalar bile, rokete, karşıt yönde hareket kazandıracaktır.

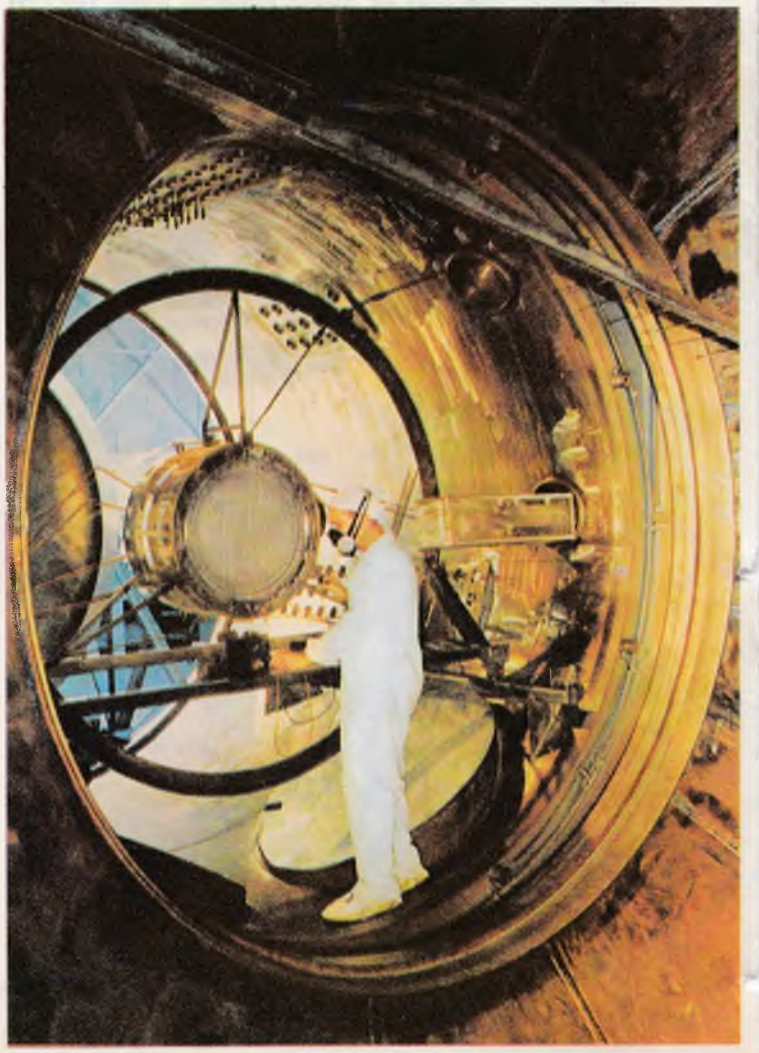
Roketlerde genellikle, kimyasal yakıt kullanılır. Bu yakıtın yanma odasında, bir yükseltgeyiciyle yanması sonucu, büyük miktarda yüksek basınçlı gaz ortaya çıkar. Gazın atım kanalından dışarı verilmesiyle de, istenen hareket sağlanır. Güç elde etmede kullanılan bir başka yöntem, *iyon tahriği*dir. İyon tahrikli sistemlerde, ortamdan dışarı bir *iyon* akışı salınır.

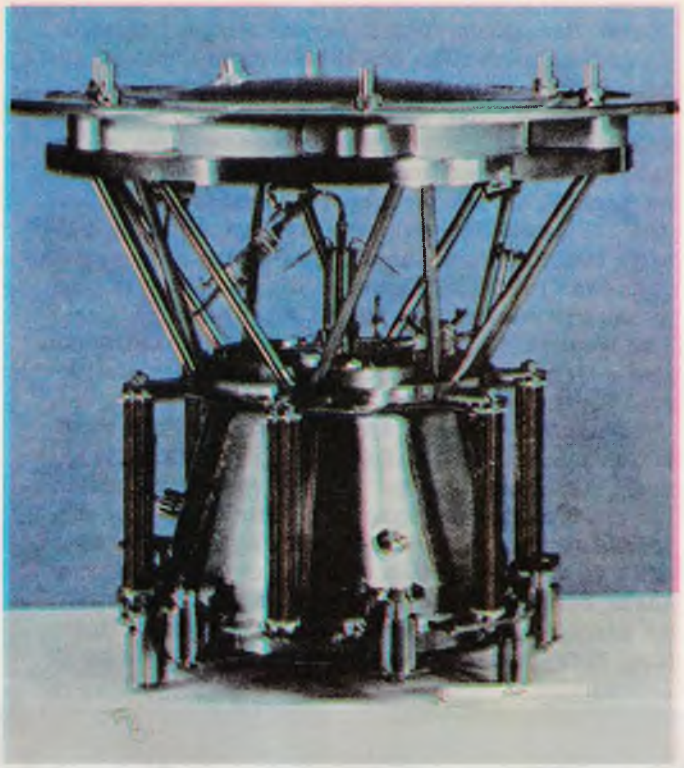
Günümüzde, birçok alanda hâlâ kimyasal yakıtlı roketler kullanılmaktadır. Bunlar, uzay araçlarının yörüngeye oturtulması için gerekli olan büyük gücü sağlayacak niteliktedir. Ne var ki, uzayda aracın durumunun değiştirilmesi için gerekli olan güç, çok büyük değildir. Buna karşılık, başka etmenler önem kazanır.

Roket motorunun performansı, «*özgül itki*» adı verilen büyüklükle ölçülür. Özgül itki, atım gazının birim kütle akışının iticiliği olarak tanımlanır. Belirli bir düzeyde iticiliğin sağlanması için, özgül itki ne kadar yüksek olursa, saniyede kullanılan kütlenin o kadar az olması gerekir. Roketlerde tek önemli etmen, motorun amaca uygun olması değildir. İticilik niceliği ve motor öğelerinin (kaplama, depolar, borular, yanma odaları, vb.) kütlesi de büyük önem taşır.

İyon roketlerinin özgül itkisi, kimyasal yakıtlı roketlerinkinin yaklaşık on katı kadardır. Başka bir de-

50 cm büyüklüğünde bir iyon motorunun vakum odasında denenmesi. (altta) Deney, bu tür motorlarda en uygun büyüklüğün belirlenmesi amacıyla düzenlenmiştir.

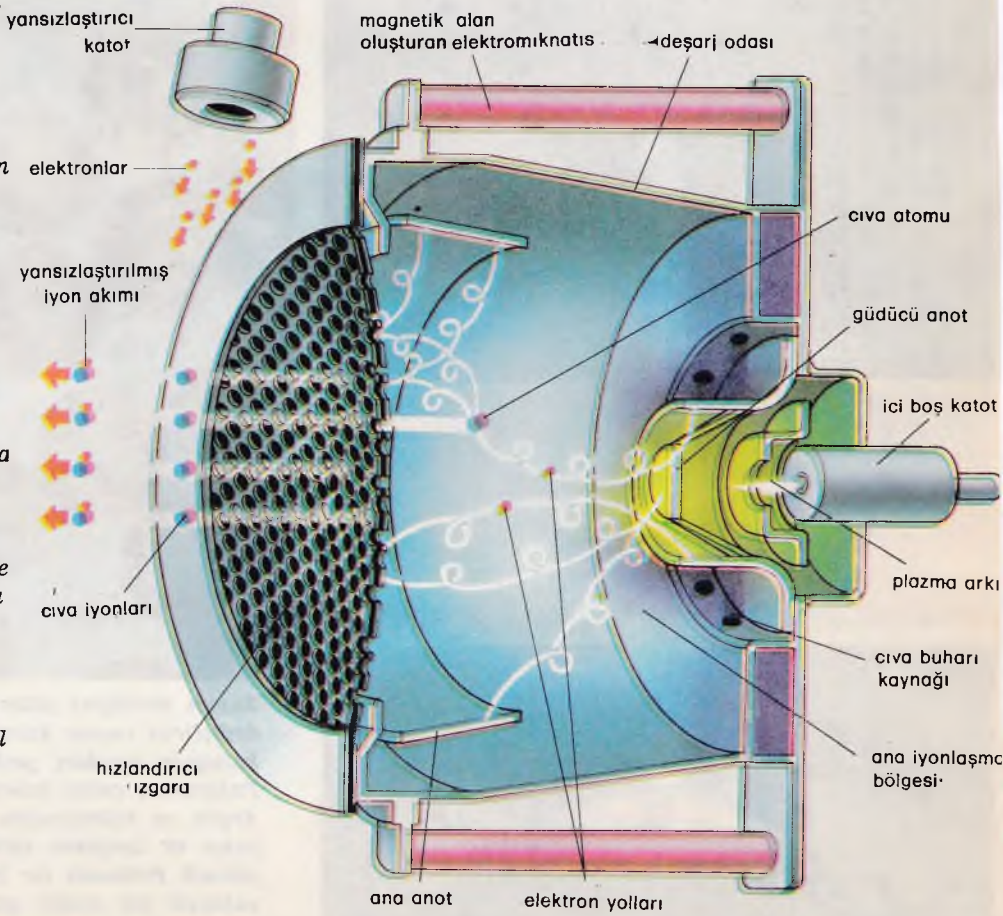




yişle, belli bir iticilik sağlamak için iyon roketinde tüketilen yakıtın ağırlığı, kimyasal yakıtlı roketlerinkinden on kat azdır. Bu nedenle, düşük güç gerektiren uygulamalarda, uzun süreli güç sağlayan iyon motorları, daha iyi sonuç verir.

İyon motorlarında, itici güç sağlayan madde olarak genellikle sezyum ve cıva kullanılır. Gözenekli yapılı, ısıtılmış bir kanal içinden geçirilen cıva buharlaşır. Çıkan buhar, yüksek gerilim altında katot (eksi kutup) işlevi gören bir boruya gönderilir. Anot ile cıva buharlı katot arasında oluşan elektrik arkı, artı cıva iyonlarının açığa çıkmasına ve cıva buharı içinden elektronların fırlamasına neden olur. Ayrı bir yoldan iyonlaşma odasına daha çok cıva buharı verilirse, serbest elektronların çarpmasıyla, yeni gelen iyon da buharlaşır. Elektronlar ana anoda çekilir. Magnetik alanlarla bu elektronların yolları uzatılarak, elektronlar ile yüksüz atomların daha çok çarpışması sağlanır.

Artı iyonlar, eksi yüklü hızlandırma ızgarasına doğru ivmelenirken, motora karşı yönde itici güç kazanırlar. İyonlar, yeniden motora çekilmelerini önlemek için, bir elektron akışıyla, çıkışta yansızlaştırılır.



Bu T₄ iyon motoru (üstte), Avrupa haberleşme uydusunda kullanılma amacıyla hazırlanmıştır. İtici gücü, 10 cm çaplı bir ızgara arasından sağlar. İyon motorları 10-20 kg'lık (cıvanın özgül ağırlığı nedeniyle bu oldukça büyük bir miktardır) cıva taşırlar. T₄ iyon motorunun yapısı. (sağda) İçi boş katot ile anot arasında oluşan ark, süreci başlatır; ama asıl iyonlaşma bölgesi, iyonlaşma odasının orta kesimidir. Elektronlar gerçekte eğri çizerek yolalır; ama iyon motorunda bu yollar, magnetik alanlarla sarmal hale getirilir. Bir elektron, bir cıva buharı atomunu iyonlaştırdığında, fazladan bir elektron daha ortaya çıkar. Enerji yitirmiş olmasına karşın ikinci elektron da sarmal bir yol izler. İyonlaşma odasının duvarlarına çarpan elektronlar, geri dönüp anoda ulaşırlar. Bu tür bir motorun atım hızı, 30 km/saniye, yarattığı itiş gücü de 10 milinewton kadardır.

İYON VE İYONLAŞMA

Atom, çevresi ELEKTRON bulutuyla sarılmış bir ÇEKİRDEK'ten oluşur. Çekirdek, nötron ve protonları içerir. Artı yüklü protonların sayısı, eksi yüklü elektronların sayısına eşittir. Dolayısıyle atom, elektriksel bakımdan yüksüz olur. Bir ya da iki elektronu çıkarılan (ya da eklenen) atom ise, elektriksel bakımdan yüklü duruma geçer ve «*iyon*» diye adlandırılır. Eksi yüklü iyona «*anyon*», artık yüklü iyona da «*katyon*» denir. İyonlar, bir tek atomdan oluştukları gibi, kimyasal yolla bağlı bulunan atom gruplarından da oluşabilirler. Kimyasal simgelemede iyonlar, elektrik yükünü belirtecek biçimde artı ya da eksi işaretleriyle gösterilirler: Sözgelimi, bir artı işareti, atom ya da atom gruplarında bir elektronun eksik olduğunu (dolayısıyle artı yüklü olduğunu), iki eksi işareti, iki tane fazla elektron bulunduğunu, vb. gösterir. Bunlara örnek olarak, H^+ (hidrojen iyonu ya da *proton*), Ca^{++} (kalsiyum iyonu), NO_3^- (nitrat iyonu), Cl^- (klor iyonu) ve SO_4^{--} (sülfat iyonu) gösterilebilir.

Atom çekirdeğini çevreleyen elektron bulutu, dışa doğru azalan enerji düzeyleri taşıyan kabuklardan oluşur. Her kabuk, belirli sayıda elektron tutabilir. Kabuklarında elektron eksiği bulunmayan sistem kararlıdır. Bu durum, bazı elementlerin neden kolayca iyonlaştığını açıklar. Sözgelimi, sodyum atomunun, iki iç kabuğundaki elektron sayıları tamdır; ama en dış kabukta, sekiz elektron tutacak potansiyelde olmasına karşılık, bir tek elektron bulunmaktadır. Bu yüzden en dıştaki tek elektronu kolayca salıverip, yalnızca tam elektronlu kabuklardan oluşan sodyum iyonuna (Na^+) dönüşür. Klorun en dış kabuğundaysa, yedi elektron vardır. Kolayca bir elektron daha alarak klor iyonuna (Cl^-) dönüşür. Bu nedenle, sodyumun klorla birleşerek, tuz (*NaCl*, sodyum klorür) oluşturması şaşırtıcı değildir.

İyonların oluşması: İyonlar, çeşitli yollarla atomlardan oluşur: Kimyasal tepkimelerle; ısıtmayla; ışınımla (X ışınları, gama ışınları, vb.); çarpışmayla. Bir gaz içindeki iyonlaşma, genellikle, uygun bir metalin ısıtılması ve bunun saldığı elektronların, magnetik ya da elektrik alan etkisiyle artı elektrota, yani anoda doğru hızlandırılması sonucu oluşur. Elektronlar hareket ederken, gaz atomlarına çarparlar. Hızları ne kadar yükselirse, çarptıkları atomlardan o kadar

Suyun sertliğini gidermede kullanılan iyon değiştirici reçine küreleri. (üstte) Sert su geçerken, kalsiyum iyonları, yerlerini başka iyonlara bırakırlar. Paslanmaz çeliği kesen bir plazma alevi. (solda) Argon ve hidrojenden oluşan gaz akımı, başlangıçta bakır ve tungsten elektrotlar arasında yaratılan yüksek frekanslı bir kıvılcımla iyonlaştırılır. Plazma, yaklaşık 250 amper gibi yüksek bir akım geçirilerek sağlanır. Elde edilen sıcaklık 3 000°C dolayındadır.

çok elektron koparark, o kadar çok artı iyon ortaya çıkarırlar. Bu olay, bir deşarj tüpünde (sözgelimi, sodyum buharlı sokak lambasında) gözlenebilir. İyon ve elektronların yeniden birleşmesi (bir arada «*plazma*» diye adlandırılırlar) ışık kaynağını oluşturur.

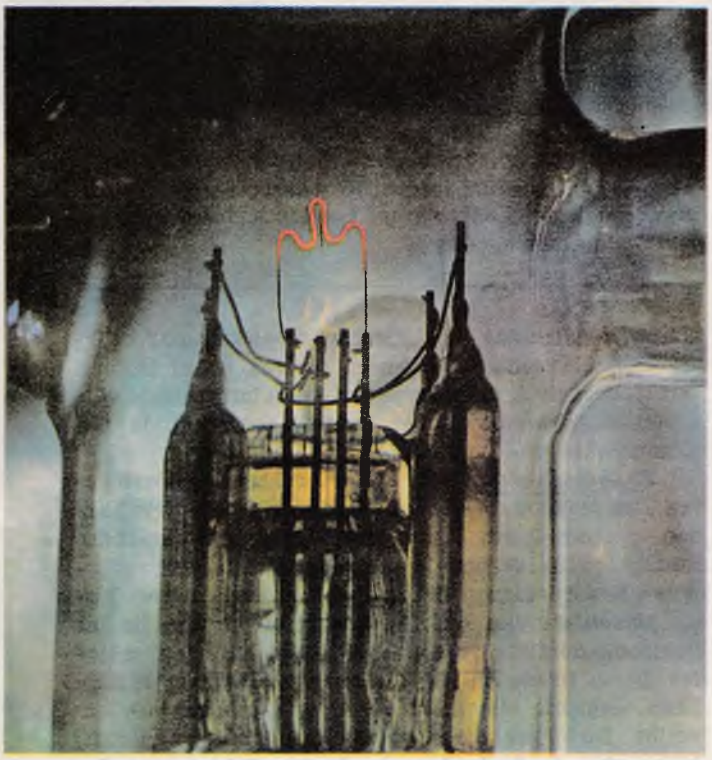
İyonların hareketi: İyonların önemli bir özelliği de, elektrik ve magnetik alanlarla hareket ettirilmeleridir. Elektrik alanda iyonlar, elektrik alan çizgileri boyunca hareket ederler. Magnetik alandaysa, alan çizgileri çevresinde dairesel ya da sarmal hareketler yaparlar.

Bu bilgi, araştırmalarda büyük önem taşır. Sözgelimi, elektrik ve magnetik alanların birleştirilmesiyle bir iyon karışımı, yüklerin kütlelere oranına göre farklı türlere ayrılabilir. Böylece, bilinmeyen bir kimyasal karışımdaki elementler iyonlaştırıldıktan sonra, kütle tayfölçeriyle (Bk. KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ) saptanabilir.

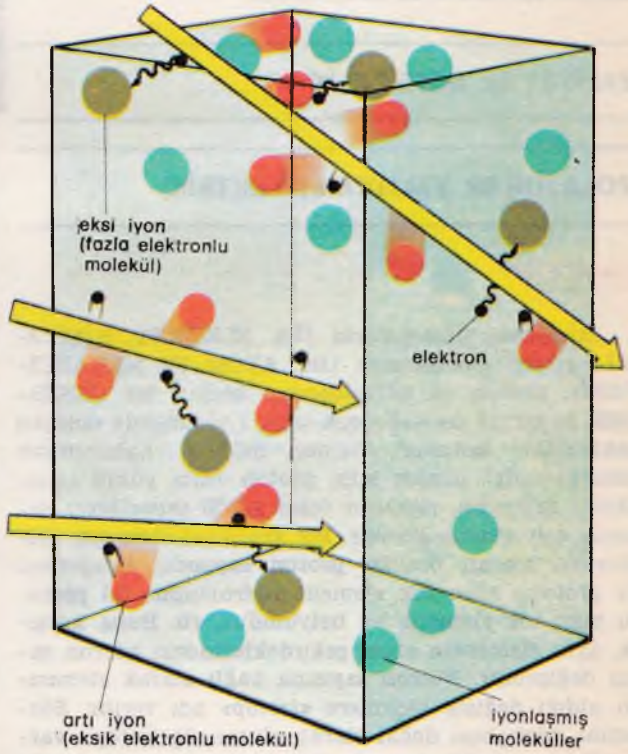
Nükleer fizikçiler de iyonu bir araştırma malzemesi olarak kullanırlar. Burada da, elektrik ve magnetik alanlar birleştirilerek, iyonlar, TANECİK HIZLANDIRICILARI'nda ışık hızına yakın bir düzeyde hızlandırılır. Yüksek enerjili bu iyonlar, daha sonra bir metal hedefe çarptırılır ve oluşturdukları kıvılcım, kıvılcım odacıklarında incelenir. Kıvılcım odacıkları, bir gaz içindeki iyonlaşmayla çalışır. İyonlar yüksek gerilimle yüklü iki plaka arasındaki kıvılcım atlamasının temelini oluşturarak, yüklü taneciğin yörüngesini belirtirler.

TANECİK BULUCULARI'nın aşağı yukarı tümünde, iyonlaşma ilkesi kullanılır. En yalın aygıt, *iyonlaşma odası*dır. İyonlaşma odası, içinde gaz bulunan bir kaba yerleştirilmiş iki elektrottan oluşur. Elektrotlara gerilim uygulanır ve ikisi arasından yüklü bir tanecik geçerse, çok kısa süren bir elektrik akışı olur. Bu akım, sistem dışına kurulan uygun bir devre tarafından saptanır. GEİGER SAYACI da aynı ilkeye göre çalışır; ama bu sayaçta uygulanan gerilim daha yüksektir.

Uzay yolculuklarında da iyonlardan yararlanılır. İyonlar, elektriksel yolla hızlandırıldıktan sonra araçtan dışarı fırlatılırsa, uzay aracı, karşıt yönde hareket eder (Bk. İYON TAHRİĞİ). Elektrik alanları, güneş pillerinden ya da küçük bir NÜKLEER REAKTÖR'den sağlanırsa, böyle bir itici sistem uzun süre kullanılabilir.



Elektrikle cilalanmış bir rutenyum metal örneği. (üstte) İyon mikroskopunun ısıtıcı tungsten filamanı üstündeki özel yerine takılmıştır. Örnek, çok düşük basınçlı helyum gazıyla çevrilidir. Artı gerilim uygulandığında, helyumda alan iyonlaşması ortaya çıkar. Helyum iyonları, örneğin sivri ucundan itilirler, sonra topraklanmış fosforlu bir ekrana çarparak, örnek yüzeyinin görüntüsünü verirler.



X ışınları tarafından iyonlaştırılan bir hacim içindeki hava molekülleri. (üstte) Moleküllerin enerji kazanıp bozunmalarıyla, atomun dış kabuğundaki bazı elektronlar kopup başka moleküle yapışırlar. X ışını çevresindeki hava, hem artı, hem de eksi iyonlar içerir. Gerçekte bu iyonlardan pek çoğu hemen yeniden birleşir.

Söz konusu örnekler, günlük yaşantının dışındadır; ama iyonlardan yapılmış çeşitli maddelere, günlük yaşantıda da raslanılır. Sözgelimi, sofra tuzu (sodyum klorür), artı sodyum iyonları ile eksi klor iyonlarının küp biçiminde (Bk. BİLLURLAR ve BİLLUR-BİLİM)dizilmesiyle oluşmuş, iyonsu bir katıdır. Elektrik yükü bakımından yansızdır. İyonsu katılar, suda çözündüklerinde ya da eritildiklerinde, yüklü iyonlara ayrışırlar. İki durumda da billur yapısı bozulur ve iyonlar serbest hale geçerler. *İyonsu* bir eriyik ya da çözelti içine iki metal elektrot daldırılıp, bunlara gerilim uygulanırsa, eksi iyonlar artı elektrotta, artı iyonlar da eksi elektrotta toplanır. ELEKTROLİZ'in temel ilkesi budur.

İyonların bazı kimyasal maddelerle yer değiştirme özelliği de vardır. Sözgelimi, *zeolit* (doğal yoldan hidratlanmış kalsiyum ve alüminyum silikat), bu türden bir iyon değiştiricidir. Zeolitin ya da bu tür bir maddenin iyonları, çözelti içinde bulunan başka iyonların yerini alırlar. Sözgelimi, sert sulardaki istenmeyen kalsiyum iyonlarının, sodyum iyonları ile yer değiştirmesi (sodyum iyonları suyun sertleşmesine neden olmaz) sağlanabilir. İyon değiş tokuşu, kimyasal yolla uranyum elde edilmesinde ve İZOTOP'ların birbirinden ayrılmasında da kullanılır.

İZAFİYET Bk. GÖRECELİK

İZOLATÖR Bk. YALITKAN (ELEKTRİK)

Yabani ipekböceği kelebeğinin kanına, molekülleri radyoizotop atomları içeren bir bileşik verilir. (üstte) Böylece, bileşiğin parçalanıp, hayvanın dokularına geçiş biçimi incelenebilir.

İZOTOP

Kimyasal elementlerin (Bk. ELEMENT, KİMYASAL) bütün atomlarında (Bk. ATOM VE MEKANİZMASI), proton ve nötronlardan oluşan bir ÇEKİRDEK ile bir ya da daha çok sayıda yörüngede dolaşan elektronlar bulunur. Atomun elektrik bakımından yüksüz (nötr) olması için, proton (artı yüklü tanecikler) sayısının, elektron (eksi yüklü tanecikler) sayısına eşit olması gerekir. Bir kimyasal elementi ötekilerden ayıran özellik, proton sayısıdır. Sözgelimi, bir protonu olan tek element hidrojendir, iki protonu olan tek element ise helyumdur, vb. Buna karşılık, aynı elementin atom çekirdeklerindeki nötron sayısı değişebilir. Nötron sayısına bağlı olarak elementin aldığı değişik biçimlere «*izotop*» adı verilir. Sözgelimi, karbonun doğal olarak oluşan üç izotopu vardır. Serbest halde bulunan bir karbon atomunda altı elektron ile altı proton bulunur. Ama çekirdeği, altı, yedi, hattâ sekiz nötron içerebilir. Karbonun bu üç izotopu, sırasıyla «karbon-12» (C-12), «karbon-13» (C-13), «karbon-14» (C-14) diye adlandırılır. Buradaki sayılar, karbon çekirdeğindeki proton ve nötron sayılarının toplamını gösterir. Üç karbon izotopu da, aynı kimyasal özellikleri taşır, çünkü atomun kimyasal özelliklerini (ve fiziksel özelliklerinin büyük bir bölümünü) nötronlar değil, proton ve elektronlar belirler. Bazı elementlerin yalnızca bir tek doğal izotopu vardır. Sözgelimi, flüorun yapay izotoplarının elde edilebilmesine karşılık, doğal haldeki çekirdeğinde her zaman sekiz proton ile on nötron bulunur.

Radyoizotoplar: Bazı izotopların çekirdekleri kararlı, bazılarınınki ise kararsızdır. Karbon-12 ve karbon-13 atomlarının çekirdekleri, bütünüyle kararlıdır. Buna karşılık, karbon-14 çekirdeği kararsızdır ve önceden kestirilemeyen bir anda bozunmaya uğrar. Yani, nötronlarından biri, apansızın bir proton ile bir elektrona dönüşür ve elektron büyük bir hızla çekirdek dışına fırlar. Bu tür kararsızlığa «RADYOAKTİFLİK», değişme olayına da «*radyoaktif bozunma*» adı verilir. Bu örnekte karbon-14, karbonun *radyoaktif izotopu*dur (*radyokarbon* da denir). Çekirdekten fırlayan elektron, «*beta* (β) *taneciği*», olay da «*beta bozunması*» diye adlandırılır. Beta taneciği yayınlayan bazı izotopların çekirdeklerinin (sözgelimi, kobalt-60) tam kararlı hale geçmesi için, önce ışınım enerjisi vermesi gerekir. X ışınına çok benzeyen bu ışınıma, «*gama*» (Bk. GAMA IŞINLARI) ışını (γ ışını) denir. Radyum ve uranyum gibi bazı ağır elementler, bozunma sürecine, iki proton ve iki nötrondan oluşan

Beyin urlarının (Resim 2) yerinin saptanması için, hastaya gama ışını salan izotop verilip, beynin, tarayıcıyla filmi çekilir. Resim 1' de normal beyin görülmektedir.

alfa taneciği (α taneciği ya da helyum iyonu) yayınlayarak başlarlar.

Her radyoizotopun, kendine özgü bir bozunma biçiminin yanı sıra, sayısal yoldan «*yarı-ömür*» diye belirtilen bir kararsızlık derecesi de vardır. Yarı-ömür, bozunma sürecine giren atomların yarısının bozunduğu süredir. İki yarı-ömür süresi sonunda, geriye dörtte bir, üç yarı-ömür süresi sonunda da geriye sekizde bir madde kalır. Yararlı radyoizotopların çoğunun yarı-ömür süresi, birkaç saat ile birkaç yıl arasında değişir.

Alfa ve beta tanecikleri ya da gama ve X ışınları, bir maddeden geçerken, madde atomlarından elektron koparıp, geriye artı yüklü iyonlar bırakırlar. Bir tek çekirdeğin bozunması sırasında yayınlanan ışınım, yüzlerce komşu atomu iyonlaştırabilir; ama genellikle, çekirdeklerini etkileyip radyoaktif hale getirmez. İyonlaşma, kimyasal özellikleri etkiler ve canlı maddelere ciddi zararlar verebilir. Bazı maddelerin ışımasına neden olduğu gibi, gazların elektrik iletmesini de sağlar. İyonlaşmanın ışıma ve iletkenlik etkisinden, *parıltı sayıcılarıyla*, GEİGER SAYACI'yla ve iyon odacıklarıyla ışınım ölçümü yapma işleminde yararlanılır.

Kararlı izotoplar, kararsızlar kadar ilgi çekmez. Bununla birlikte, bor izotopları gibi birkaç izotopun yanı sıra, hidrojen-2 (*döteryum* ya da ağır hidrojen), nükleer santrallarda büyük önem taşır. İki uranyum izotopu (U_{235} ve U_{238}) da, radyoaktiflik düzeylerinin oldukça düşük olmasına karşılık, nükleer santrallarda büyük rol oynar: U_{235} doğrudan nükleer FİZYON'da yeralır; U_{238}, plütonyuma (fizyona girer) dönüştürülür. Kararlı izotoplardan bilimsel araştırmalarda da yararlanılır. Bunlar, radyoizotopların elverişli olmadığı yerlerde *izleyici* olarak kullanılır; ama ölçülmeleri oldukça zor olduğundan, *kütle tayfölçeri* gerekir. (Bk. KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ).

Hidrojen, karbon, potasyum gibi birkaç orta ağırlıklı element ile ağır elementlerin çoğunun, doğal radyoizotopları vardır. Ama, bütün elementlerin radyoizotopları, yapay yoldan elde edilebilir. Radyoizotop elde etmenin iki yöntemi vardır: NÜKLEER REAKTÖR'e yerleştirilen uygun bir hedef maddesi, nötronlarla ya da TANECİK HIZLANDIRICILARI'nda proton ve döteronlarla (döteryum iyonları) bombardıman edilir; kullanılmış nükleer reaktör yakıtlarından, kimyasal yolla fizyon ürünleri ayrıştırılır.

İzotopların ayrılması: Daha önce de açıklandığı gibi, bir elementin değişik izotopları arasında, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından herhangi bir fark bulunmaz, ama kütleleri farklıdır. Bu fark, arı izotopun, doğal izotop karışımlarından ayrılmasını sağlar. Su içindeki HİDROJEN atomlarının küçük bir oranı (% 0,015), hidrojenin bir izotopu olan *döteryum*dur (*D*). Döteryum, normal hidrojen atomundan daha ağırdır. Su elektroliz edilince, hidrojen (ya da döteryum) iyonları katotta toplanıp, oradan, hidrojen (ya da döteryum) gazı halinde salınır. Ne var ki, döteryum iyonları, daha ağır olduklarından katoda hidrojen iyonlarından daha yavaş giderler ve zamanla kap içindeki döteryum oranı artar. Elektroliz işlemi sonunda, kap içindeki su miktarı, başlangıçtaki miktarın 1/100 000'ine indiğinde, kalan aşağı yukarı yalnızca ağır sudur (D_2O). Reaktörlerde ve ATOM BOMBASI'nda yakıt olarak kullanılan uranyum izotopu U_{235}, daha bol bulunan U_{238} izotopundan elde edilir. Gözenekli bir asal madde arasından geçen U_{238}'li uranyum heksaflüorür (UF_6) gazının yayınmasıyla, U_{235} ayrılır. Ağır izotop U_{238}'i içeren moleküller, hafif izotop U_{235}'i içeren moleküllere oranla daha yavaş yayınırlar.

İzotopların yararları: Bir doğal alfa salıcı olan radyum, XX. yüzyılın başlarında ışıklı yazı ve işaretlerde enerji kaynağı olarak kullanıldı. Ama sonradan, yapay yoldan elde edilen *trityum* (hidrojen-3) gibi beta salıcılar, daha güvenilir olmaları nedeniyle, radyumun yerini aldılar. Yarı-ömrü 30 yıl olan beta salıcı stronsiyum-90'dan sağlanan enerji, ıssız bölgelerdeki deniz fenerlerine dolaylı yoldan elektrik vermede, plütonyum-238 ise, KALP PİLLERİ'ne akım sağlamada kullanılır.

Radyoaktif izleme yöntemlerinden, çeşitli bilimsel araştırma alanlarında yararlanılır. Sözgelimi, aynı türden böceklerin birbirine çok benzemesi, bunlarla ilgili çalışmaları oldukça zorlaştırır. Ancak, bir

grup böceğe yiyecek yoluyla, beta salıcı fosfor-32 verilmesi, söz konusu böceklerin kolayca tanınıp, incelenmesini sağlar. Bu tür bir araştırma, Akdeniz bölgesinde yaşayan bir zeytin sineğinin, bir ağaçtan ötekine geçerek, kıyı boyunca kilometrelerce ilerlediğini, ama dar bir şerit içine dikilmiş çam ağaçlarını atlayıp iç bölgelerdeki zeytinliklere geçmediğini göstermiştir. Bu sonuç, bilimsel öneminin yanı sıra, zeytinliklerin korunmasında da değerli bilgiler sağlamıştır.

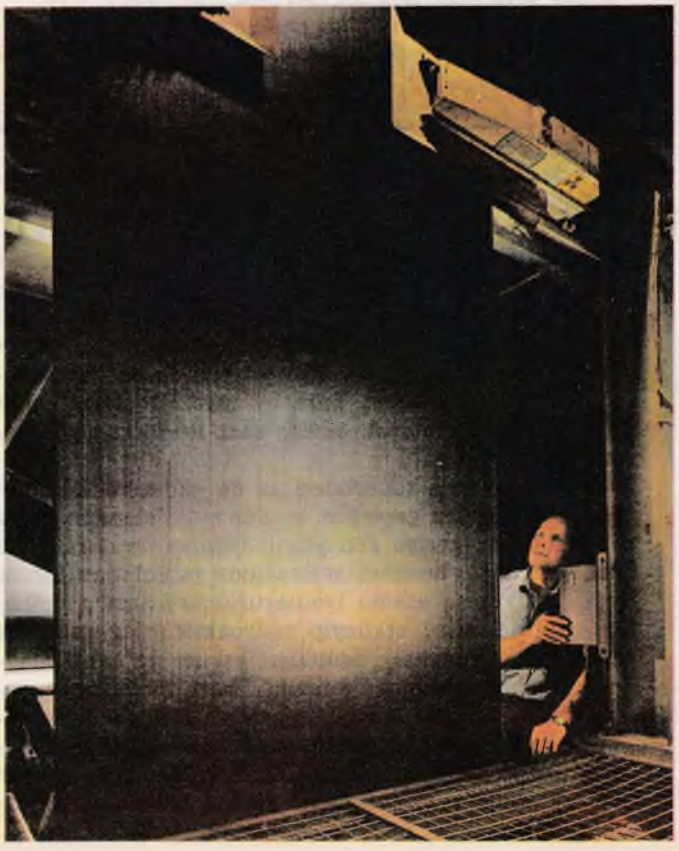
Bir başka araştırmada da, doğal yoldan oluşan radyoaktif karbon-14'ten yararlanılır. Atmosferin üst tabakalarındaki azot, kozmik ışınımın etkisiyle, sürekli karbon-14 oluşturur. Bu karbon-14, karbon dioksidin bir bileşimi olarak aşağı doğru yayınır. Bitki dokularına, oradan da hayvan ve insan dokularına geçen karbon, uzun süre denge durumunda kalamaz. Radyoaktif bozunma sonucu, içindeki C-14 (yarı-ömrü 5 760 yıldır) yavaş yavaş azalır. Karbon-14'ün yolaçtığı radyoaktiflik ölçülerek, kemik ya da ağaç gibi arkeoloji örneklerinin ne kadar eski olduğu saptanabilir. Bu yöntemle, 35 000 yıllık ölçümler bile yapılabilmektedir.

Endüstride, değerli ya da tehlikeli madde miktarlarının ölçülmesi büyük önem taşır. Sözgelimi cıva, hem değerli bir maddedir, hem de insan sağlığı için tehlikelidir. ELEKTROLİZ yoluyla KLOR üretiminde, sıvı elektrot olarak geniş çapta kullanılır. Bu tür bir fabrikada, dolanımdaki cıva miktarının ölçülmesi çok zordur. Bu yüzden, elektrolite belirli miktarda, kısa ömürlü cıva izotopu katılır. Radyoaktif bozunma için gerekli süre geçtikten sonra yapılan radyoaktif cıva ölçümü, bütün sistemdeki cıva miktarı konusunda bir fikir verir.

Yeni ALAŞIM'ların geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda, bazen belirli bir bileşenin, metalin billur yapısı içindeki dağılımını saptamak gerekir. Bu amaçla, söz konusu bileşen, ya başlangıçta ya da sonradan, bütün metalin (öteki bileşenlerin etkilenmeyeceği biçimde) bombardıman edilmesiyle radyoaktif duruma getirilir. Böylece, metalin cilalı yüzeyinin fotoğraf filmine yansıtılmasıyla, bileşenin ne ölçüde dağıldığı ortaya çıkarılır: Banyo edilmiş filmde, radyoaktif bölgeler daha koyu olur. «*Otoradyografi*» diye adlandırılan bu yöntem, bitki ve hayvan dokularındaki yararlı element dağılımlarını araştırmada da kullanılabilir.

Bir örneğin kalınlığı ya da yoğunluğu, içinden geçen ışınımın GEİGER SAYACI'yla ölçülmesiyle saptanabilir. Endüstri alanında beta ve gama sayıcılarından bu amaçla yararlanılır. Sözgelimi, metal levha kalınlığı, kağıtta birim alana düşen ağırlık ve sigarada tütün yoğunluğu bu yolla denetlenir.

Deniz fenerlerini aydınlatmada kullanılan bir elektrik jeneratörü. (altta solda) Güç kaynağı, stronsiyum-90 radyoizotopudur.
Radyoizotop yardımıyla, üretilen lastik şeridin kalınlığının denetlenmesi. (altta sağda)



J

JAKAR TEZGÂHI

Jakar, karmaşık desenli kumaşların dokunmasını sağlayan bir aygıttır. 1805 yılında Joseph Marie Jacquard (1752-1834) adlı bir Fransız tarafından bulunmuş ve dokumacılık endüstrisinde bir devrime yolaçmıştır. 1812 yılına kadar, yalnızca Fransa'daki jakar tezgâhlarının sayısı 11 000'i bulmuştur. Jacquard'ın bulduğu ilke, küçük değişikliklerle günümüzde de kullanılmaktadır.

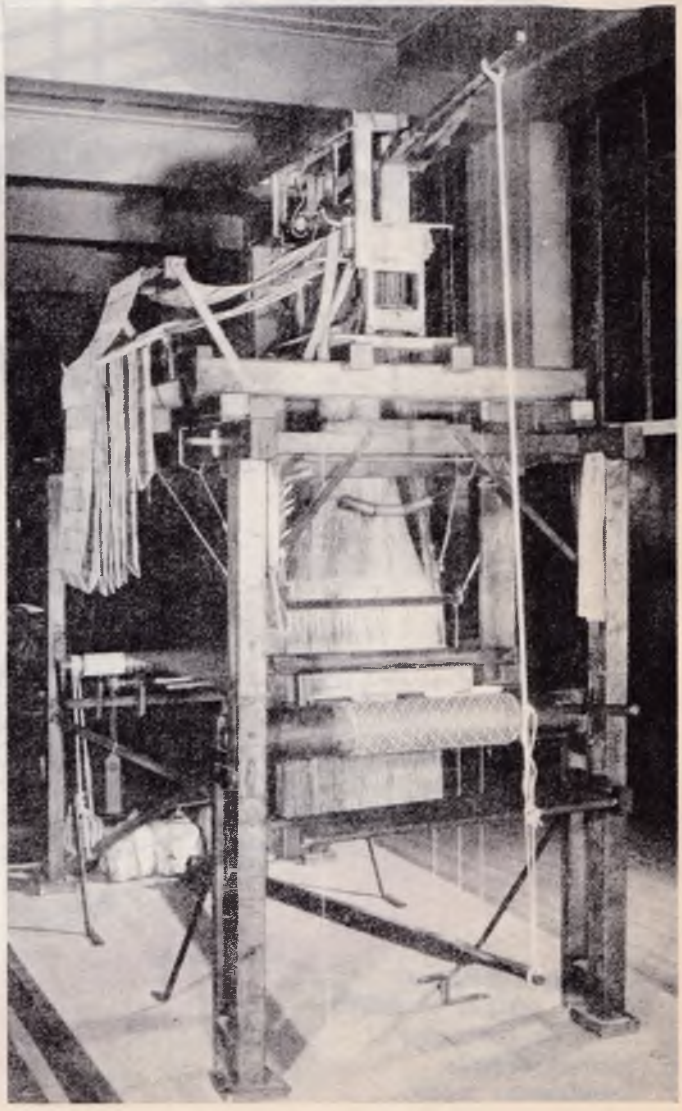
Kumaş, DOKUMA TEZGÂHI'nda *çözgü* ipliklerinin (boyuna iplikler) arasından *mekik*le (sivri uçlu bir makara) *atkı* ipliklerinin (enine iplikler) geçirilmesiyle dokunur. Düz dokumalarda, tek sayılı (birinci, üçüncü, beşinci, vb.) çözgüler, çift sayılı (ikinci, dördüncü, altıncı, vb.) çözgülerden yukarı kaldırılır ve mekik, *atkı aralığı*ndan geçirilir. Sonra, çift sayılılar yukarı kaldırılıp, tek sayılılar indirilir ve mekik yeni aralıktan geçirilir. Aynı hareketin yinelenmesiyle işlem sürdürülür.

Desenli kumaşlardaysa, desen, değişik çözgü gruplarının kaldırılmasıyla elde edilir. En yalın desen bile, dizi halinde birçok çözgü grubunun kaldırılmasını gerekli kılar.

Gelişmeler: Jacquard'dan önce bu işlem, «çekmeli tezgâh» denilen ve Uzakdoğu'dan Ortaçağ'da Avrupa'ya getirilmiş olan aygıtla yapılmaktaydı. Söz konusu tezgâhta, her çözgüye bağlı olan ipler, çeşitli gruplar halinde bağlanarak, belli bir desen için aynı anda çekilirdi. Bu iş, tezgâhın üstünde oturan bir yardımcı tarafından yürütülürdü. Desenin düzgün olup olmaması, bu tekdüze işten kolayca yorulan yardımcının dikkatine bağlıydı (Lyon'da doğmuş olan Jacquard da, çocukluğunda bu işi yapmıştı). Jacquard'dan önce de, çekme işini gereksiz kılacak tezgâhlar üstünde çalışmalar yapılmıştı. XVII. yüzyılda yapılan ilk girişimde, iplerin tezgâhın hemen yanında duran bir yardımcı tarafından kollarla yönetilmesini sağlayan bir sistem geliştirilmişti.

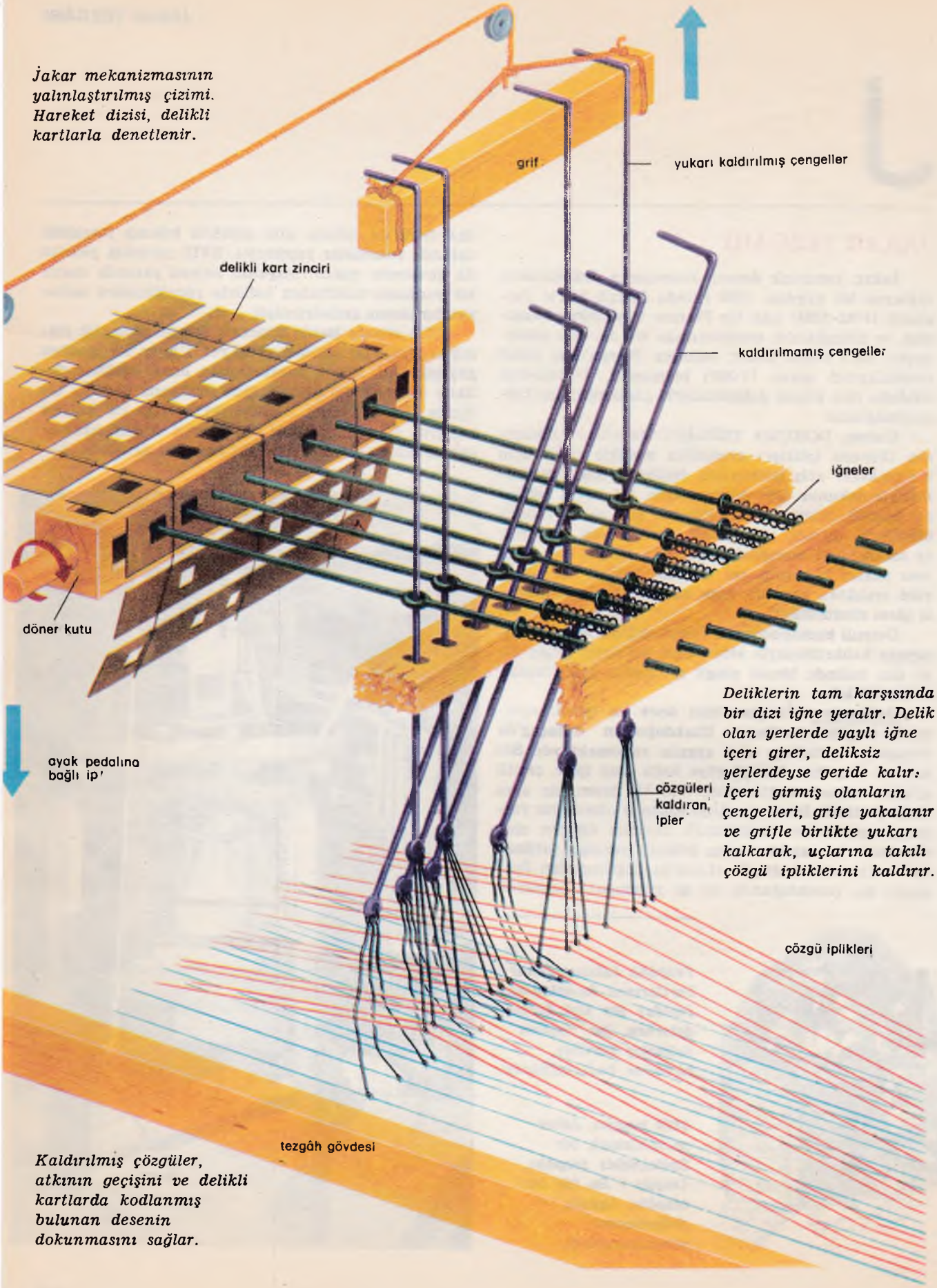
1725 yılında Basile Bouchon, iplerin otomatik olarak seçildiği bir yöntem geliştirdi. Her ip bir iğneden geçmekteydi. Mekik hareketinden önce, üstünde delikler bulunan bir silindir, iğne sıralarına değecek biçimde öne çıkıyordu. Silindirin çevresi bir kağıtla kaplıydı. Kağıdın üstüne, dokunacak deseni çıkartacak delikler açılırdı. Silindirin hareketi sırasında, ka-

Tezgâha takılan Jakar kartlarının hazırlanması. (solda) Bir kişi kartları delerken, bir başkası delinmiş kartları birbirine bağlamaktadır.



1810 yapımı, Jakar mekanizmalı bir Spitalfields tezgâhı. (sağda) Bu tür bir tezgâhı, Lyonlu dokumacılar parçalamışlardı.

Jakar mekanizmasının yalınlaştırılmış çizimi. Hareket dizisi, delikli kartlarla denetlenir.



Deliklerin tam karşısında bir dizi iğne yeralır. Delik olan yerlerde yaylı iğne içeri girer, deliksiz yerlerdeyse geride kalır. İçeri girmiş olanların çengelleri, grife yakalanır ve grifle birlikte yukarı kalkarak, uçlarına takılı çözgü ipliklerini kaldırır.

Kaldırılmış çözgüler, atkının geçişini ve delikli kartlarda kodlanmış bulunan desenin dokunmasını sağlar.

Jakar tezgâhı, günümüzde desenlerin otomatik olarak dokunmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. (üstte) Resimdeki tezgâhta oldukça karmaşık desenli bir halı dokunmaktadır.

gıdın delikli yerine raslayan iğne, silindirin içine girip orada kalıyordu. Deliksiz yerlerdeyse silindir, iğneleri dışarı doğru itiyordu. Bir pedala basılınca, silindire girmiş olan iğnelerin iplerini çeken bir mekanizma harekete geçiyordu. Bu durumda, mekiğin, çözgülerin arasından geçirilmesiyle bir sıra dokunuyor ve kağıt, silindirde ileri alınarak ikinci sıra için işlem yeniden başlatılıyordu. Bouchon yöntemi, desenlerin düzgün dokunmasını sağlamakla birlikte, yardımcı gereksinimini ortadan kaldıramadı. Ayrıca, silindire sarılan kağıt, sık sık yırtılarak sorun yaratıyordu. Üç yıl sonra Falcon, kağıtla desen verme yöntemini geliştirdi. Kağıt yerine, birbirine ekli delikli kartların kullanıldığı bir mekanizma yaptı.

1745'te Jacques de Vaucanson, önemli bir adım daha attı. İplerin silindirin hareketiyle kendiliğinden çekildiği, yardımcıya gerek göstermeyen bir tezgâh yaptı. Ne var ki, bu mekanizma çok karmaşık olduğundan, deneysel olmaktan öteye geçemedi.

Jacquard, Fransız Devrimi'ni izleyen yıllarda bir otomatik ağ örme tezgâhı yaptı. Bu tezgâhla kazandığı ün nedeniyle, Elsanatları Enstitüsü'nde korunmakta olan Vaucanson tezgâhının gerekli bakım ve onarımını yapmaya çağrıldı. Bu tezgâh üstünde çalışan Jacquard, Vaucanson'un tasarımını geliştirip, uygulamaya konulacak hale getirmeye karar verdi.

Jacquard'ın tezgâhı: Jacquard'ın aygıtı, öncekilere göre oldukça yalındı. Başarısı da buradan geliyordu. Çözgü iplerine bağlı olan her çekme ipi, bir çengele takılıydı. Çengeller, dokumacı tarafından bir ayak pedalıyla hareket ettirilen ve «*grif*» adı verilen bir çubuğa bağlıydı. Her çengelin, istenirse, Falcon tezgâhındakilere benzeyen delikli kartlarla geri çekilip grife takılmaması da sağlanabiliyordu. Jakar tezgâhında, üstü delikli silindirin yerini, kare kesitli bir kutu almıştı. Kartlar bu kutu çevresine daha kolay ve düz bir biçimde sarılıyordu. Grif'i kaldıran pedal, bu kutuyu da otomatik olarak döndürmekteydi.

Jakar tezgâhı büyük bir başarıydı. Ne var ki, Lyonlu dokumacılar, işlerinin sona ereceği korkusuyla öfkeye kapılarak, Jacquard'ı Rhône Irmağı'nda boğmaya kalkıştılar. Bununla birlikte, bir yıl sonra Fransız hükümeti, aygıtın patentini satın alıp Jacquard'a toplu bir para ödedi. 1840'ta da Lyonlular, Jacquard adına bir heykel diktiler.

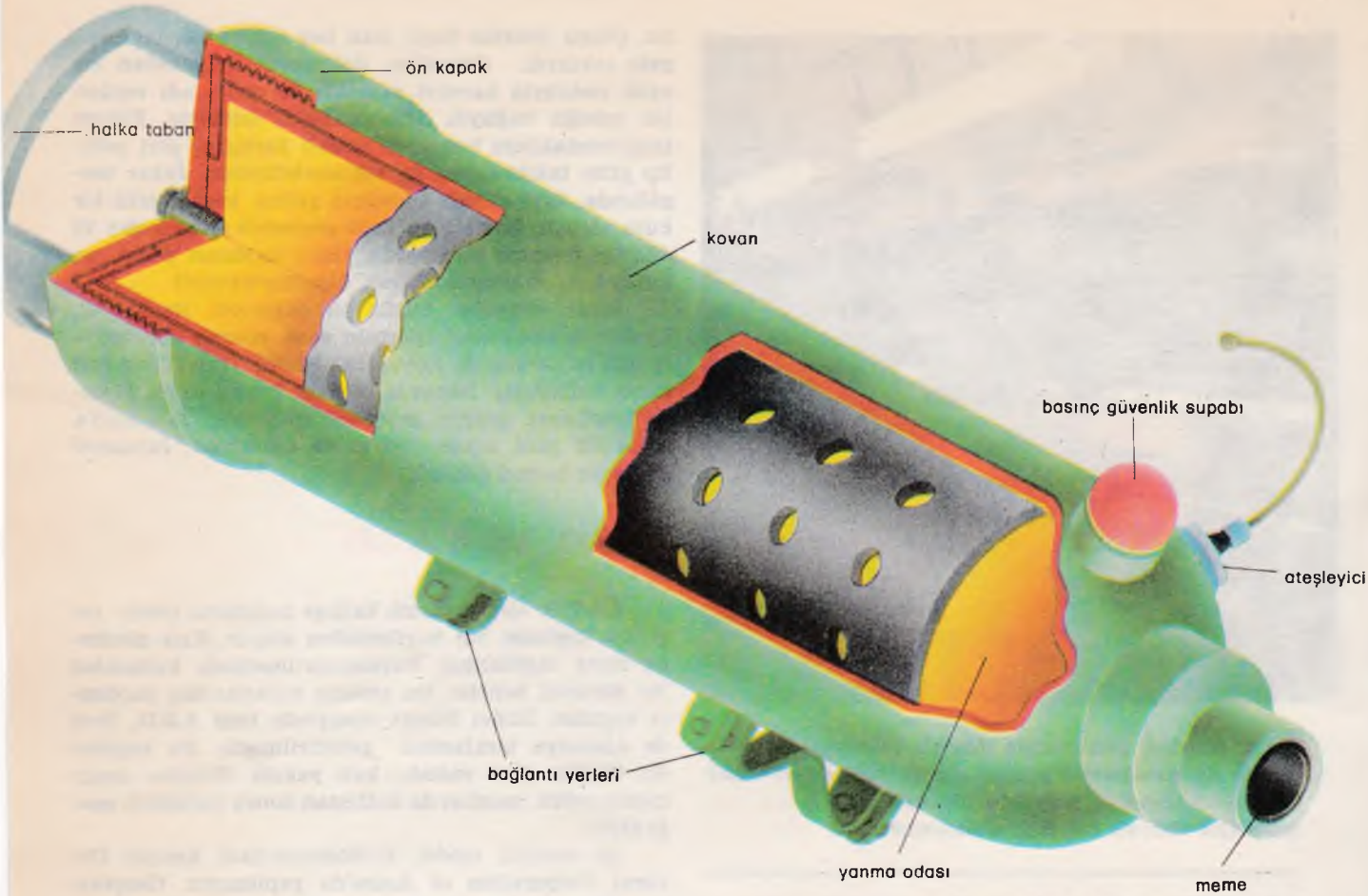
J.A.T.O. VE R.A.T.O.

J.A.T.O, «jet yardımlı kalkış» anlamına gelen ingilizce deyimin baş harflerinden oluşur. Kısa pistlerde hava taşıtlarının havalandırılmasında kullanılan bir yöntemi belirtir. Bu amaçla yararlanılan yardımcı aygıtlar, İkinci Dünya savaşında hem A.B.D., hem de Almanya tarafından geliştirilmiştir. Bu aygıtlar iki türdür: Sıvı yakıtlı; katı yakıtlı. Bazıları uçağa monte edilir, bazıları da kalkıştan sonra paraşütle aşağı atılır.

En başarılı model, Kaliforniya'daki Aerojet General Corporation of Azusa'da yapılmıştır. Gerçekte bir roket (R.A.T.O.) olan bu model, hareketli parçası bulunmadığı için bakım ya da yağlama istemez. Katı yakıtlıdır ve 15°C'ta 14 dakika boyunca 450 kg'lık bir itme gücü sağlar.

İtme gücünün sağlandığı bölüm, paslanmaz çelikten bir kovan içine yerleştirilir. Kovan da uçağa kaynakla bağlanır. Aygıtın ön ucu, dişli bir kapakla

Ağır yüklü bir A.B.D. jet bombardıman uçağının, J.A.T.O. aygıtıyla kısa pistten kalkış yapması. (altta)



Bir J.A.T.O. aygıtı. (üstte) Resmin sağında meme bulunmaktadır. Hemen yanında basınç güvenlik supabı ve ön ateşleyici vardır. Ön ateşleyici, uçağın elektrik sistemine bağlı bir kablodur.

kapatılır. Kapağa, taşımayı ve düşey olarak depolamayı kolaylaştıracak biçimde, bir halka taban takılır. Roketin arkası, itme gücünü ayarlayan, yivli bir memeden oluşur. Memenin içinde, ateşleme anına kadar yakıtın kirlenmesini önleyecek bir bakır diyafram vardır. Aygıtın sağladığı en yüksek basınç, 50°C'ta 185 kg/cm²'dir; ama depo, 385 kg/cm²'ye dayanabilecek sağlamlıkta yapılmıştır.

Arkada, memeye yakın bir yerde bulunan iki dişli düzenekten biri ateşleme aygıtı, ikincisi de basınç güvenlik supabıdır. Basınç supabında, ikinci bir bakır diyafram daha bulunur. Bu diyafram, 225-250 kg/cm² arasında, yani aygıtın oluşturduğu en yüksek basınç ile yapının güvenlik sınırı arasında patlayacak biçimde yapılır. Ateşleme aygıtı, ateşlemeden sonra kopan bir ön ateşleyiciden oluşur. Bağlantı, bir bölümü ateşleyicinin içinde bulunan bir nikrom (nikel-krom) telle yapılır. Uçağın elektrik şebekesinden sağlanan akım, bir saniyeden daha kısa bir süre içinde teli eritir ve ön ateşleyiciyi yakarak, ateşlemeyi başlatır. Ön ateşleyici, yakıtı yakmaya yeterlidir; ama bu yanma yavaş olur. Ateşleme aygıtıysa, daha etkili bir yanma için gerekli olan ısı ve basıncı sağlar.

Tam bir yanma için, yükseltgeyici ile yakıtın doğru oranda karışması gerekir. Yükseltgeyici olarak beyaz billurlu bir katı olan potasyum perklorat ($KClO_4$) kullanılır. Yakıt ise, asfalt ile parafinin karıştırılmasıyla elde edilir. Zifti andıran bu yakıtın ateşlenme derecesi 400°C'tır.

JENERATÖR Bk. DİNAMO

JEODEZİK YAPILAR Bk. KAFES SİSTEMLER

JEOFİZİK Bk. YERFİZİĞİ

JEOLOJİ Bk. YERBİLİM TEKNİKLERİ

JET MOTORU VE GAZ TÜRBİNİ

Gaz türbini ile onun değişik bir türü olan jet motoru, eski düşüncelerden doğan yeni gelişmelerdir. Türbin terimi, dönme ya da girdap anlamına gelen latince «*turbo*» sözcüğünden türetilmiştir. Yüzyıllarca kullanılmış olan su çarkı, bir çeşit türbindir. İlk gaz türbinlerinden biri de, ateşten yükselen sıcaklıktan yararlanarak kebap şişini çevirmeye yarayan aygıttır.

Bildiğimiz anlamdaki ilk gaz türbinini, 1791 yılında John Barber tanımladı. Barber'in çizimleri, gaz türbininin bütün önemli parçalarını içeriyordu: İçinden sürekli olarak geçen havayı *yanma odası*na gönderen *kompresör*; yanma odasında yanan yakıttan çıkan sıcak gazların içinden geçtiği *türbin*. Sıcak gazlar türbinin kanatlarını çevirir ve bu hareketten kompresörü çalıştırmada yararlanılır. Sıcak bir ortamın genleşmesi sırasında açığa çıkan enerji, aynı ortamı soğuk durumda sıkıştırmak için gerekenden daha fazladır. Bu özellik, türbinde kompresörü çalıştırmak için gerekenden fazla enerjinin açığa çıkmasına yolaçar.

İÇTEN YANMALI MOTOR'ların öteki türleri (bujiyle ateşlenen benzin motoru ve sıkıştırmayla ateşlenen dizel motoru), kesikli çevrimlerle çalışırlar. Motorun her bölümü, kısa bir süre için yanma gazlarıyla karşı karşıya kalır ve bir sonraki çevrimin soğuk akışıyla yıkanır. Uygulamada, havada bulunan oksijenin tümünden yararlanılır ve yanma ürünlerinde 2 500 *K*'i (2 227°C) aşkın sıcaklıklar oluşurken, motorun birçok parçasının sıcaklığı 500 *K*'i (227°C) aşmaz (Burada *K*, termodinamikte sıcaklığın ölçüldüğü birim olan Kelvin'i göstermektedir. Bu sistemde sıcaklık, mutlak sıfırdan ölçülür. Kelvin olarak ölçülen sıcaklıklardan 273° çıkartılırsa, Celsius, yani santigrat derecesinin değeri bulunur).

Ne var ki, içinden sürekli olarak yanma ürünleri geçen türbin, nikel ve kobalt gibi karmaşık alaşımlardan yapılmış olmasına karşın, ancak 1 100 *K*'e (827°C) kadar sıcaklıklara dayanabilir. Önemli parçaların bu sıcaklığı aşmaması için, havadaki oksijenin yalnızca bir bölümü kullanılır. Bu durum, gaz türbininin gücünü ve verimini sınırlar. Söz konusu etmen, yıllarca önemli bir engel oluşturmuş, ancak XX. yüzyılın başlarında bazı gelişmeler gerçekleştirilmiştir.

Türboşarjlı motorlar: Gaz türbini ilkesinin ilk başarılı uygulaması *türboşarjör*lerdir. Gaz türbininin değişik bir türü olan bu sistem, güç üretmemesine karşılık, takıldığı motorun gücünü artırır. Motordan çıkan sıcak egzoz gazları bir türbini, türbin de bir kompresörü çalıştırır. Kompresör, motorun yanma odasına gönderilen havanın yoğunluğunu, dolayısıyle de akan, kütle miktarını artırır. Alfred Büchi tarafından tasarlanan ilk türboşarjör, 1911 yılında Brown-Boveri adlı İsviçre firması tarafından yapılmıştır. İlk kez 1916 yılında uçaklarda denenen türboşarjörler, İkinci Dünya savaşının en başarılı uçaklarında kullanılmıştır.

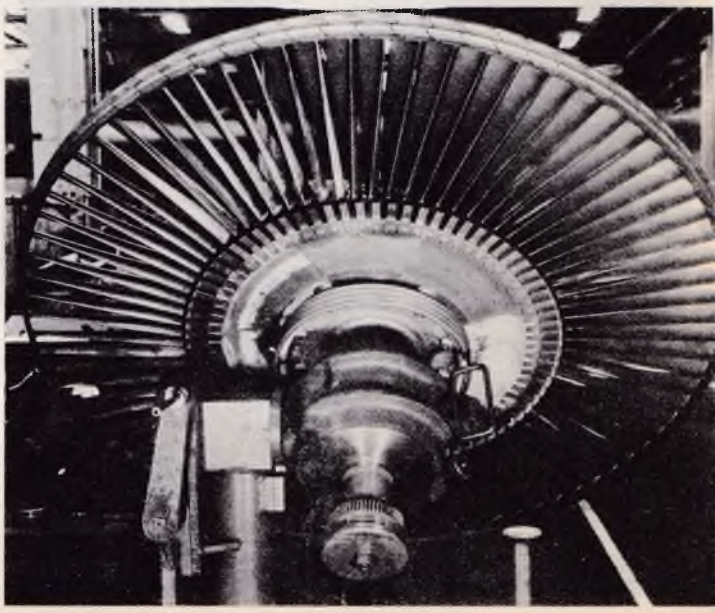
Kompresörler: Türboşarjörlerin geliştirildiği yıllarda elde bulunan tek kompresör, *merkezkaç kompresör*dü. Ancak, düşük sıkıştırma oranları sağlayabilen ve verimi orta düzeyde olan merkezkaç kompresör, güç üreten bir makina için yetersiz kalıyordu.

İkinci Dünya savaşından hemen önce, Brown-Boveri gaz türbinleri yapmış ve bunlar, hem petrol rafinerilerinde elektrik üretmek için, hem de yedek elektrik üretici sistemler olarak kullanılmıştı. Brown-Boveri türbinlerinde çok katlı, *eksenel akışlı* kompresörler vardı. Kompresörün hareketli ve hareketsiz kanatları, basıncın aşamalı olarak yükselmesini sağlayacak biçimde yerleştirilirdi. Bu tür kompresörler, daha yüksek verim ve daha yüksek sıkıştırma oranı sağlardı.

Türbin giriş sıcaklığı arttıkça, hem *özgül çıkış gücü* (elde edilen gücün hava kütlesinin akışına oranlanmasıyla bulunan bir büyüklük ölçütü), hem de *ısıl verim* (elde edilen gücün harcanan yakıt enerjisine bölünmesi, *işletme gideri* ölçütü) artar. Kompresör basınç oranı (bir dereceye kadar) ile kompresör ve türbinin verimlerinin artması da, aynı sonucu doğurur. Verim, gerçek makinanın gücünün, sürtünme ve ısı yitimleri olmayan kuramsal makinanın gücüyle oranlanması yoluyla bulunur. Kompresör ve türbinlerin verimleri, günümüzde % 90'a ulaşmıştır; ama başlangıçta bu değerler çok düşüktü.

Jet motorları: Gaz türbinlerini uçaklarda kullanmayı tasarlayan ilk kişi, sonradan bu nedenle «Sir» unvanıyla ödüllendirilen İngiliz Krallık Hava Kuvvetleri pilotlarından Frank Whittle'dır. Whittle, 1930 yılında, yalın bir gaz türbini ile bir difüzörü birleştirerek oluşturduğu jet motorunun ya da *türbojet*in patentini aldı. 1936 yılında, bu motoru geliştir-

Concorde'da kullanılan Olympus 593 Rolls-Royce jet motorunun ikinci kademe türbin kanatları. (altta) Uçak sesten 2,2 kat hızlı uçabilir.



me amacıyla Power Jets Ltd. adlı bir şirket kurdu. Şirket, 1939'da uçak motoru yapmak için bir anlaşma imzaladı. Aynı yıl Alman yapısı Heinkel He 178 kısa bir uçuş yaptı; ama 1941 yılında uçan Gloster-Whittle E 28/39, daha başarılı oldu. 1941'de A.B.D'ne bir Whittle W,X motoru gönderildi. General Electric şirketi bunu geliştirmeye başladı. İlk A.B.D. jet uçağı Bell XP 59 A, 1942 Ekiminde havalandı.

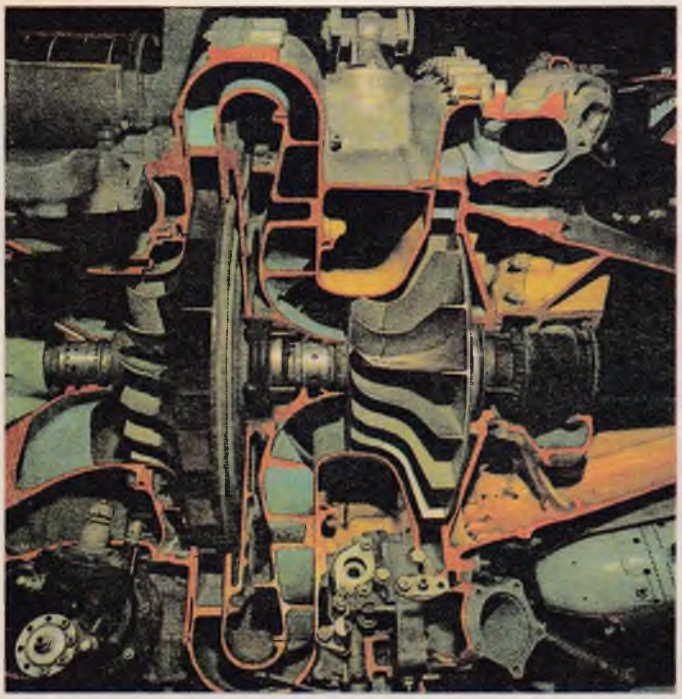
Bu motorların tümünde merkezkaç kompresörler vardı. Eksenel akışlı kompresörler uçaklarda kullanılacak düzeye ancak savaştan sonra ulaştı. Türbojet motorlar, alışılmış içten yanmalı UÇAK MOTORU ve pervane sisteminden, hem daha hafif ve sarsıntısızdı, hem de pervanelerin hız sınırını aşabiliyordu. Jet uçakları savaşta, bombardıman uçaklarını engelleyecek biçimde hızla yükselme ve düşman uçaklarından daha hızlı olmak gibi üstünlükler de taşıyordu.

Savaştan sonra, merkezkaç kompresörlü birçok başarılı jet motoru piyasaya sürüldü. Ne var ki, bu denemelerin sonu yoktu; çünkü bu motorların hem verimleri düşüktü, hem de ön yüzeyleri, hava sürtünmesine yolaçacak kadar genişti. Eksenel akışlı modeller, aerodinamik nitelikli uçakların yapılmasını sağladı.

Sesten yavaş uçan modern jet uçaklarında, motorda değişiklikler yapılır. Motorun verimi, ancak basınç oranı ile türbin giriş sıcaklığı yüksek olduğu zaman arttığından, bu durum, düşük hızlarda ekonomik olmayan yüksek akış hızı gerektirir. Türbin kanatlarının havayla soğutulması, giriş sıcaklığını büsbütün artırır. Bu yüzden, türbin, gazdan daha çok enerji alacak biçimde genişletilir ve fazla enerji, kompresörün önüne yerleştirilen bir pervaneyi çalıştırmada kullanılır. Pervane havayı, türbin ile türbini örten yüzey arasına geri püskürtür. Böylece, düşük hızda, daha hızlı akış elde edilir ve aynı yakıt miktarıyla daha çok güce ulaşılır. «*Türbofan*» ya da «*fanjet*» adı verilen bu motor türü, akış hızı daha az olduğundan, daha da sessizdir. Dış kanaldan geçen havanın türbinden geçen hava miktarına oranına, «*bypass oranı*» denir. Günümüzde, büyük jet uçaklarında, bypass oranı yüksek jet motorları kullanılmaktadır. Harrier «jump-jet» uçağında aynı sistem, dönen çıkış ağızlarıyla uygulanır.

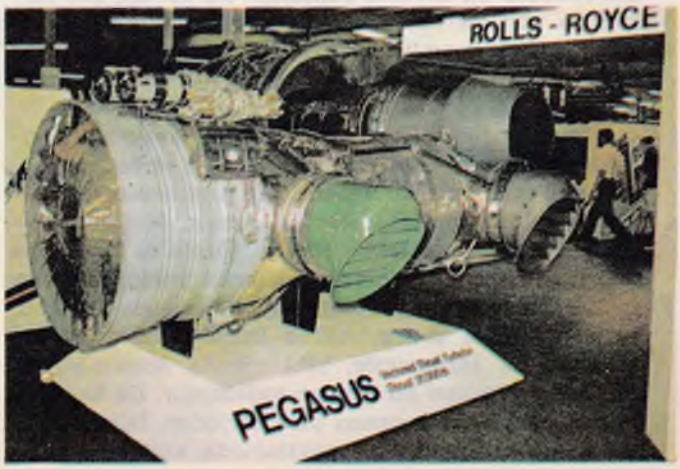
Sesten hızlı uçaklarda, motorun yüksek emiş hızının uçağın hızı ile uyuşması yüzünden, yalın jet motoru çok elverişlidir. Havanın motordan geçiş hızı, türbin ile burun bölümü arasında ek yakıt yakma ve türbin gazında fazla miktarda oksijen kullanma yoluyla artırılabilir. «*Art yakma*» adı verilen bu işlem, itiş gücünü önemli ölçüde artırır. Kalkış sırasında yakıt tüketimi, itiş gücünden daha hızlı artar; ama uçuş sırasında art yakma çok ekonomik olabilir. Art yakmadan, sesten 2,2 kat daha hızlı uçan Concorde uçağının Rolls-Royce SNECMA Olympus 593 motorlarında da yararlanılır. Art yakmanın bir özelliği de, kalkış sırasında uçak gürültüsünü artırmasıdır.

Öteki jet motoru türleri: Fanjet gibi, *türboprop* motorlarda da yakıt tasarrufu sağlama amacıyla ek türbin enerjisinden yararlanılır. Ama bunlarda, söz konusu enerji, motorun içindeki bir fanı değil, bildiğimiz pervaneyi döndürür. 1950'lerde türboprop motorlar büyük uçaklarda kullanılırdı. Motorlar geliştikçe hızlar da yükseldiğinden, zamanla türboprop motorlar yalnızca küçük uçaklarda kullanılmaya başlandı. İyi türboprop motorlar, bunlara eşdeğer pistonlu motorlardan daha hafif, daha az gürültülü ve sarsın-



Rolls-Royce jet motorunun kesiti. (solda) Sürekli yanan gazlar, motorun içinden geçerken enerjilerini işe dönüştürecek biçimde yönlendirilir. Motorun gövdesi ve türbinin kanatları, yüksek sıcaklıklara dayanacak özel alaşımlardan yapılmıştır.

Bir Rolls-Royce Pegasus motoru. (altta) 10 tonluk itme gücü sağlayan bu motor, STOL (kısa iniş ve kalkış) uçaklarında kullanılır.



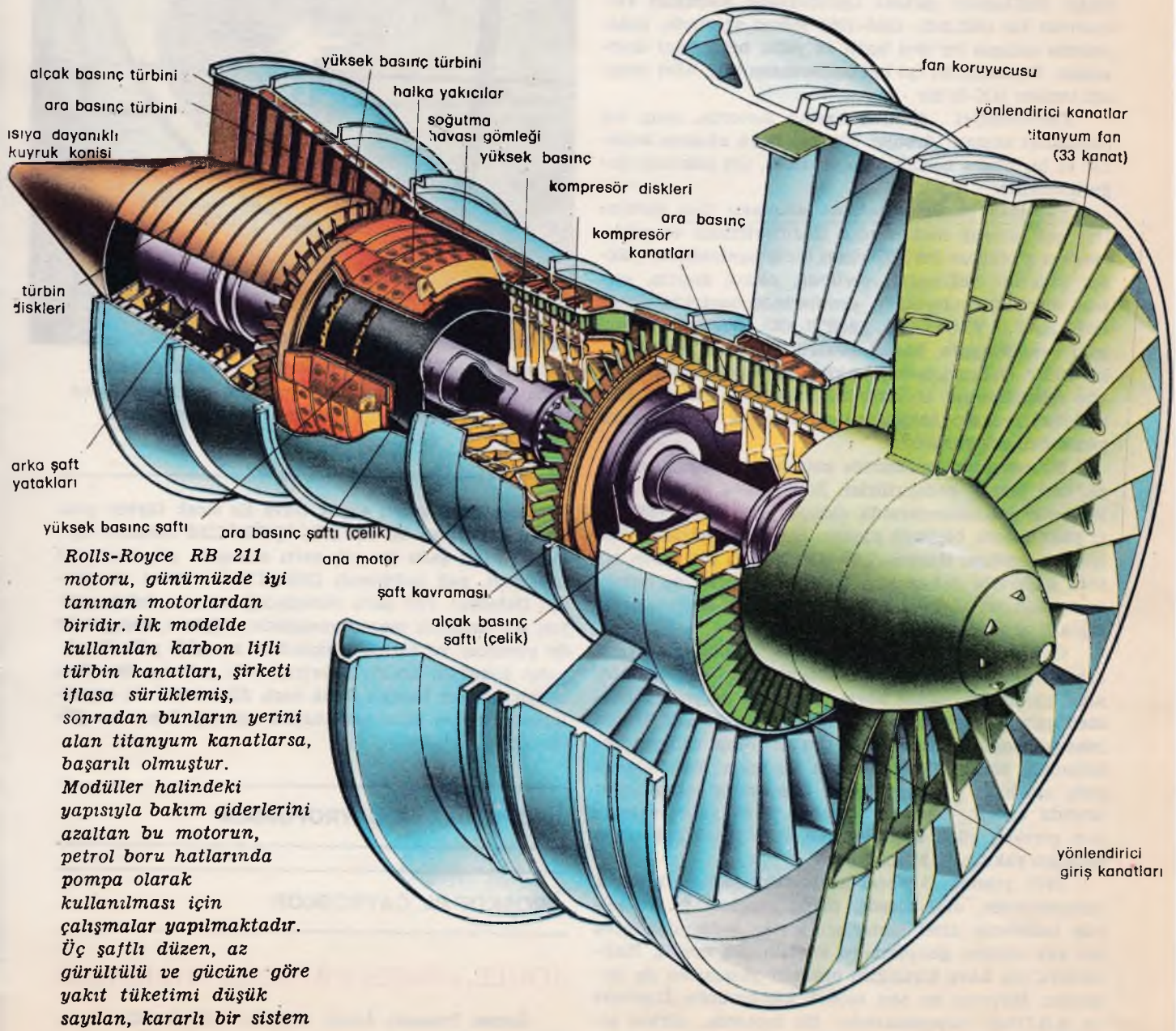
tısızdır. İki kademeli merkezkaç kompresörlü Vickers Viscount'ta kullanılan Rolls-Royce Dart Mk 525 motoru, sessiz ve sarsıntısız çalışmasıyla tanınmıştır.

Türbopropa benzeyen, ama pervane yerine hareketi ileten bir şaft kullanan motorlara, «*türboşaft motorlar*» denir. Helikopter rotorlarını döndürmede kullanılan bu motorlar, özellikle A.B.D'nde Bell Uçak şirketinin 1955 yılında yaptığı XH-13F modelinden sonra, birçok helikopterde kullanılmıştır. Motor, genellikle tam rotorun altına, helikopterin üstüne monte edilir.

«Aero THermODYnamic Duct» deyiminin kısaltılmış biçimiyle «*athodid*» diye de adlandırılan *pulsjet*lerde ve *ramjet*lerde, dönen parça bulunmaz.

Ramjetlerde, motora gelen hava, özel biçimli bir ağızdan geçerek yavaşlar ve ısınır. Yanma işleminden sonra, sıcak gazlar daha da genişler ve motorun arkasından uçağın hızından daha yüksek hızla çıkarak, bir itme gücü sağlarlar. Sistem, yalnızca ileri hareket hızında çalıştığından, uçağın, kalkış sırasında başka bir yardımcı araçla hızlandırılması gerekir (Bk. J.A.T.O ve R.A.T.O.). Ramjetler, atmosfer dışına çıkmayan güdümlü FÜZE'lerin hareketini de sağlarlar. Ayrıca, hava giriş kanalı pervanenin önünde yeralacak biçimde, helikopterlerin pervanelerine de yerleştirilirler. Ramjetlerin en verimli oldukları hızlar, saatte 2 500-4 000 km arasındadır.

Pulsjet, adından da anlaşılacağı gibi, aralıklı ola-



Rolls-Royce RB 211 motoru, günümüzde iyi tanınan motorlardan biridir. İlk modelde kullanılan karbon lifli türbin kanatları, şirketi iflasa sürüklemiş, sonradan bunların yerini alan titanyum kanatlarsa, başarılı olmuştur. Modüller halindeki yapısıyla bakım giderlerini azaltan bu motorun, petrol boru hatlarında pompa olarak kullanılması için çalışmalar yapılmaktadır. Üç şaftlı düzen, az gürültülü ve gücüne göre yakıt tüketimi düşük sayılan, kararlı bir sistem oluşturur.

rak çalışır. Havanın içeriye dolmasını sağlayan supap, hava dolduktan sonra kapanır. Yanma işlemi bundan sonra gerçekleşir ve itici güç ortaya çıkar. Yanma odasında basınç düşünce, supap yeniden açılıp çevrimi başlatır. Pulsjetler, İkinci Dünya savaşı sırasında, Alman V-1 roketlerinde kullanılmıştır. (Çok gürültülü olmalarına ve fazla yakıt tüketmelerine karşılık, yalın ve ucuz olmaları nedeniyle, bomba hedefe varıncaya kadar, yani yalnızca birkaç dakika çalışmalarını gerektiren bu işlem için uygun bulunmuşlardı.) Pulsjetin hızı yükseldikçe, itici güç azalır. Bu yüzden, pulsjetin en verimli olduğu hızlar, ses hızından düşüktür. Sistem, savaştan sonra, güdümlü mermi ve helikopter rotorlarında da kullanılmıştır. Amerikan Helikopter şirketi (günümüzde Fairchild firmasının bir bölümü) 1949-1952 yılları arasında, pulsjetlerle çalışan bir dizi hafif ve yalın helikopter üretmiştir. Bunların en iyi bilinenlerinden biri, «Jet jeep» adı verilen HX-26'dır.

Türboramjet denilen karma motorda, araç hız kazandığı zaman türbojet bölümü hava akışına kapanır ve bir başka borudan geçen hava, art yakıcıda değerlendirilir.

Türbinin başka uygulama alanları: Gaz türbinleri çok amaçlı motorlardır. Hafifliklerinin ve çabuk devreye girebilme özelliklerinin, öteki santralların yüksek giderine yeğlendiği yerlerde, petrol üretim, arıtım merkezlerinde, savaş gemilerinde, hoverkraftlarda (Bk. HAVA YASTIKLI TAŞITLAR) borulara petrol gazı basılmasında, yedek elektrik santrallarında kullanılırlar. Çalışmaya başladıktan iki dakika sonra tam güç verebilmeleri, elektrik santrallarında buharlı türbinlerin yedekte bekletilmelerine gerek bırakmaması yönünden çok yararlıdır.

Bu motorlar, endüstride kullanıldıkları amaca göre, özel olarak geliştirilirler. Bazılarında yanma odaları, eski jet motorlarında olduğu gibi, farklı yakıtları yakabilecek biçimde yapılır. Bu tür motorların bazıları, sözgelimi Ruston TA, 120 000 saat gibi uzun bir süre başarıyla çalışmıştır. Bazı sistemlerde de egzoztan çıkan ısı enerjisi buhar üretiminde kullanılarak, toplam verim artırılır.

Gaz türbinlerinin kamyon ve otobüs gibi taşıt araçlarını çalıştırmada kullanılması da düşünülmüş, ama günümüze kadar böyle bir atılım gerçekleştirilememiştir. Kara taşıtları jet uçakları ya da güç üreten jeneratörler gibi uzun süre uygun hızda çalışmadıklarından, türbinin devir sayısı ve buna bağlı olarak giriş sıcaklığı düşerek, yakıt tüketimini istenmeyen oranda artırır. Sözgelimi, motor % 60 yükle çalışırken gereken gücü üretmek için, tam yükte çalışırken gereken yakıtın % 80'ini harcar.

1971 yılında General Motors'un Allison bölümü, kamyonlarda, otobüslerde, deniz araçlarında ve küçük tesislerde dizel motorları yerine kullanılabilecek bir gaz türbini geliştirmeye başladı. Bu model, Kaliforniya'nın hava kirliliğini önleyici yasalarına da uygundu. Motorun en son modeli günümüzde, İngiltere ve A.B.D'nde yapılmaktadır. Bu motorda, türbin girişinde verimli çalışma sıcaklığını sağlama amacıyla,

Deneme bölümünde bir mühendis. (üstte) Türbin kanatları ile aerodinamik boruların, gerçek çalışma koşullarının sağlandığı bölümlerde denenmeleri gerekir.

kompresörden gelen soğuk hava ile sıcak türbin gazlarını karıştıran bir ISI DEĞİŞTİRİCİSİ bulunur. Ayrıca, türbin şaftı ile yük şaftı arasında güç iletimini sağlayan, yağ soğutmalı DEBRİYAJ sistemi de vardır. Debriyaj, yük şaftı yavaşladığı zaman türbin şaftını da otomatik olarak yavaşlatır. Böylece, kompresör de yavaşlar ve türbin girişindeki sıcaklık yükselerek, yakıt tüketimi azalır. Debriyaj, yük şaftının önceden belirlenen bir hızdan daha hızlı dönmesini de engelleyerek, araca motorun gücüne eşit bir frenleme gücü sağlar.

JİROPUSULA Bk. CAYROPUSULA

JİROSKOP Bk. CAYROSKOP

JOULE, JAMES PRESCOTT (1818-1889)

James Prescott Joule, 1818'de Salford (Manchester) yakınlarında doğdu. Babası bir bira yapımcısıydı.

Bir süre John DALTON'la da çalışmasına karşılık, Joule, daha çok kendi kendini yetiştirdi.

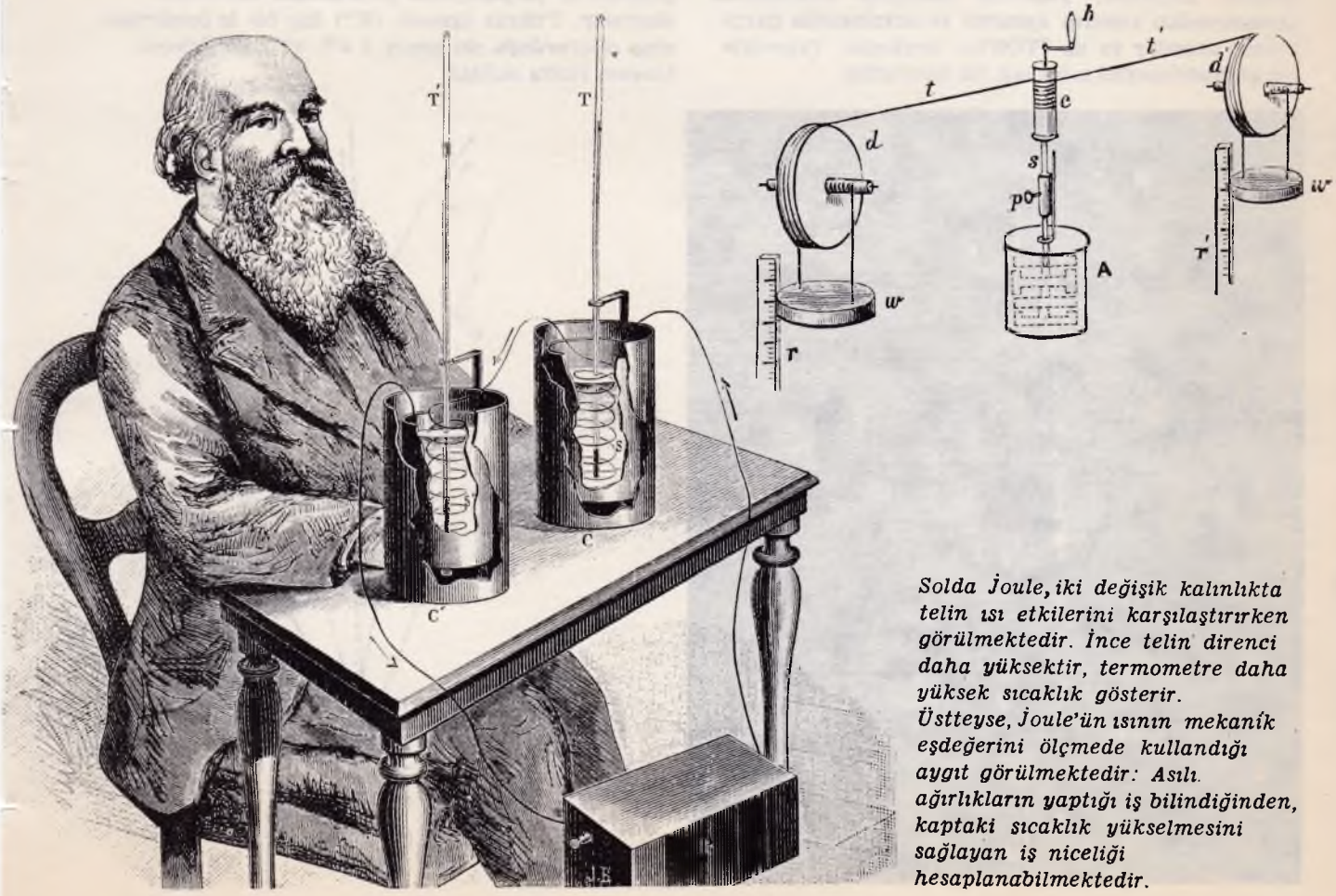
1830 yıllarında, elektrik, bilimin başlıca ilgi alanlarından biri haline gelmişti, ama PİL'lerin ve o sıralarda yeni geliştirilmiş olan ELEKTRİK MOTORU'nun sınırları bilinmiyordu. Bunların, sonsuz bir güç içerdikleri sanılıyordu. Bu düşünceden yola çıkan Joule, elektrik motorunu yetkinleştirmek için çalışmalara başladı. Ama, üç yıl sonra, pille çalışan motorun, buhar makinasının beşte biri kadar verimli olduğunu kabul etmek zorunda kaldı.

Bundan sonra Joule, elektrik akımının oluşturduğu ısı üstünde çalıştı. Açığa çıkan ısının, akımın karesi ile iletkenin direncinin çarpımına eşit olduğunu buldu (günümüzde bu yasa, ısı yitimleri en aza indirilerek, yüksek gerilimde ve düşük akımda elektrik iletilebilmesini sağlamıştır).

Joule'ün ikinci buluşu, motorun yaptığı iş arttıkça, akımdan açığa çıkan ısının azalmasıdır. Joule, ısı ve işin yer değiştirebildiklerini, yani ısının da bir enerji olduğunu ortaya çıkardı. (Söz konusu yıllarda ısının «*kalorik*» diye tanımlanan bir madde olduğu düşüncesi yaygındı.) İş ve ısı yer değiştirebiliyorsa, aralarındaki değişme oranının her zaman aynı olması gerekirdi. Bu yüzden, mekanik enerji ısıya nasıl dönüşürse dönüşsün (sözgelimi, sürtünme ya da basınçla), yapılan işin her zaman, ortaya çıkan ısıyla orantılı olması gerekirdi. Bunu kanıtlamak için Joule, birçok deney yaptı. Isının mekanik eşdeğeri, bütün durumlarda, maddelerde ve işlemlerde, bütünüyle değişmez bir dönüşüm oranıydı.

Bilim dünyasını bu görüşe inandırmak yıllar aldı. Joule'ün görüşlerinin taraftar kazanmasında William Thomson'un (Bk. KELVİN, Lord) da büyük katkısı oldu. Joule'ün bundan sonraki işi, ısının mekanik eşdeğerini ölçmek oldu. Bu iş için, pirinçten bir kalorimetre içinde suyu karıştıracak bir pirinç pervane ile pervanenin eksenini döndürecek biçimde asılmış ağırlıklar kullandı. 1878 yılında, çok duyarlı termometreler yardımıyla, günümüzde bulunanlara çok yakın değerler elde etti.

Fizik bilimin birçok dalında araştırmalar yapmış olan Joule, gazların kinetik kuramını da sağlam temellere oturtan ilk bilim adamıdır. Bununla birlikte, en büyük başarısı, ısının mekanik eşdeğerini bulması ve enerjinin korunumu yasasını ortaya koymasıdır. Uluslararası *iş* birimi, günümüzde de Joule'ün adıyla anılmaktadır: Her kilokalori ısı için 4 179 joule (ya da jul) ortaya çıkar.



Solda Joule, iki değişik kalınlıkta telin ısı etkilerini karşılaştırırken görülmektedir. İnce telin direnci daha yüksektir, termometre daha yüksek sıcaklık gösterir. Üstteyse, Joule'ün ısının mekanik eşdeğerini ölçmede kullandığı aygıt görülmektedir: Asılı ağırlıkların yaptığı iş bilindiğinden, kaptaki sıcaklık yükselmesini sağlayan iş niceliği hesaplanabilmektedir.

K

KABARCIK ODASI

Kabarcık odası, nükleer fizikçilerin, kısa ömürlü kararsız taneciklerin davranışlarını araştırmak için kullandıkları bir aygıttır. Bu taneciklere, «*kaon*» ve «*piyon*» gibi adlar verilir. Daha birkaç yıl öncesine kadar varlıkları bilinmeyen söz konusu tanecikler, atomun yapısını araştırmak için yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkarılmıştır. Kaon ve piyonlar, atomun yapısında bulunan PROTON, NÖTRON, ELEKTRON gibi kararlı taneciklerle birlikte bulunur ve TANECİK HIZLANDIRICILARI'nın içinde, ışık hızına yakın bir hızla hareket eden taneciklerle atomların bombardımanı sonucunda ortaya çıkarlar.

Kuşkusuz, bu taneciklerin bilinen yollardan gözlenmesi olanaksızdır. Bu nedenle, özel tekniklerin geliştirilmesi gerekmiştir. Yüklü tanecikler, bir madde içinden geçerken, yollarına raslayan elektronları atomlarından koparıp ayırırlar ve arkalarında parçalanmış atomlar ya da İYON'lar bırakırlar. Tanecikle rin görülebilmesini sağlayan, bu iyonlardır.

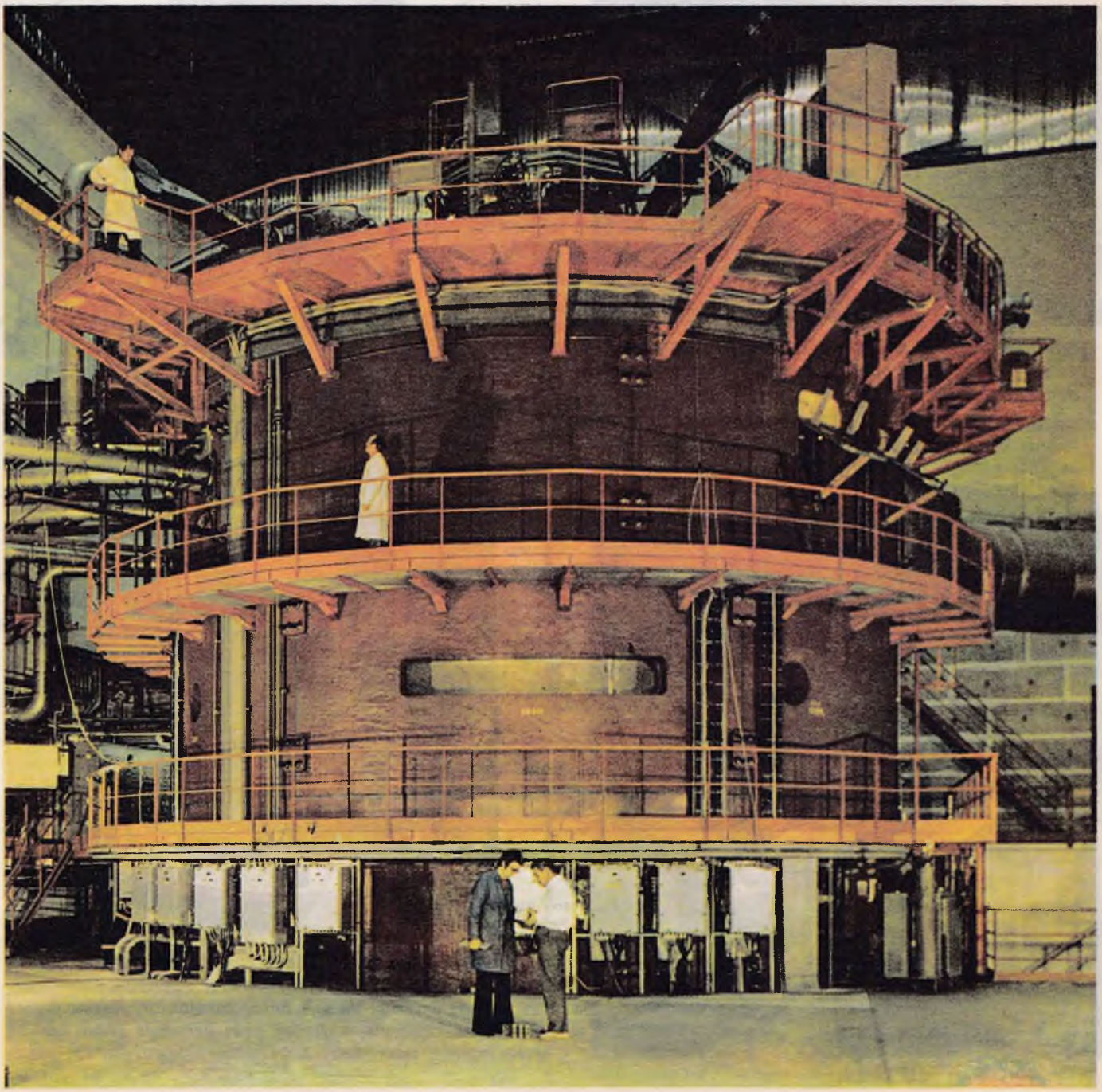
Kabarcık odası, Glaser'in, 1952 yılında bira bardağında yükselen kabarcıklardan ve bunların bıraktığı izlerden esinlenmesi sonucu bulunmuştur. Belli hacimdeki bir sıvı, gerekli sıcaklık ve basınç altında tutularak, sürekli kaynama noktasının hemen altında bulundurulur. Basınç ansızın kaldırılırsa, sıvı kaynayacaktır. Bu durumda, ilk buhar kabarcıklarının, ısıl enerji koşullarının yerel olarak bozulduğu merkezlerde (yüklü taneciklerin bıraktıkları iyonların bulundukları noktalarda) oluşacağı saptanmıştır. Genel bir kaynama başlamadan az önce bu kabarcıkla-

2 m'lik hidrojen kabarcık odasından çekilen fotoğraf. (altta solda) Eksi yüklü kaonlar (K^-) *odaya püskürtüldüklerinde, çoğu, dosdoğru yoluna devam eder; ama bunlardan biri hidrojen protonu ile çarpıştığında çekirdekaltı tanecikler oluşturur. Yüksüz tanecik* (K°) *hiç bir iz bırakmaz; ama oluşturduğu iki piyon* (π^+, π^-) *yardımıyla tanınır. (altta sağda)*

rın fotoğrafı çekilirse, taneciklerin yörüngelerine ilişkin bir kayıt elde edilmiş olur. İşlem şu sırayla gerçekleştirilir: Oda içine tanecikler püskürtülür; basınç ansızın kaldırılır; sıvı, flaş ışıklarıyla aydınlatılır; fotoğraf makinalarıyla kabarcık izlerinin fotoğrafı çekilir. Söz konusu işlemin tümü, saniyenin birkaç binde biri kadar bir sürede tamamlanır.

Kabarcık odasında en çok kullanılan sıvı, hidrojendir. Paslanmaz çelikten yapılan yeni odalar, en az 8-10 m³ hidrojen almaktadır. Patlayıcı niteliği olan bu büyük miktardaki hidrojenin, herhangi bir tehlikeye yolaçmayacak biçimde saklanması için, odaların tasarımında ve çalışmasında önlem almak gerekir. Tank üstünde birkaç pencere bulunur. Bunlardan biri tanecik püskürtmek için, öbürleriyse, fotoğraf çekme amacıyla kullanılır. Kabarcık odasında ortaya çıkan olayların üç boyutlu fotoğrafını çekebilmek

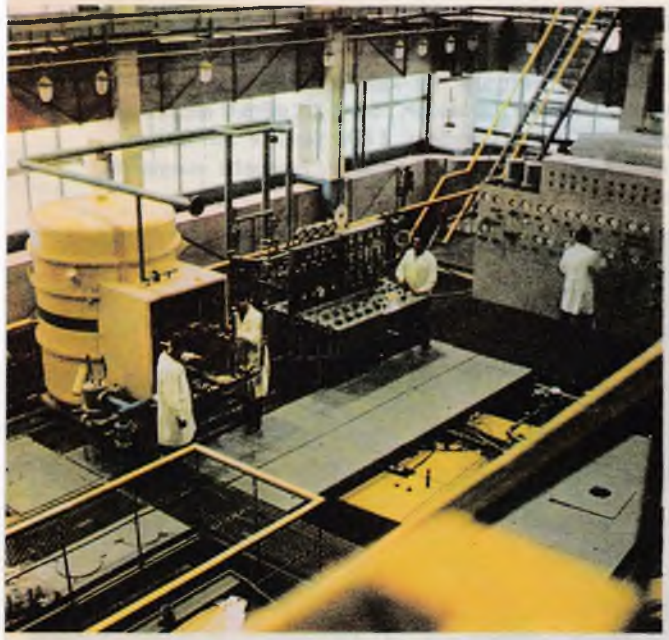
CERN'deki 3,7 m'lik «Avrupa Kabarcık Odası», 38 m³ hidrojen alır. (altta) İçinde bir üstün iletken mıknatıs da bulunan bu kabarcık odasında, basınç pistonu alttadır. Olaylar, dört fotoğraf makinasıyla saptanır. Odanın çevresi, 2 000 tonluk bir demir silindirle sarılmıştır. Bu silindir, kuvvetli magnetik alanın dışarı çıkmasını önler.



için, en az üç fotoğraf makinası aynı anda kullanılır. Tanka açılan başka bir kanaldan da sıvıya, bir piston aracılığıyla basınç uygulanır.

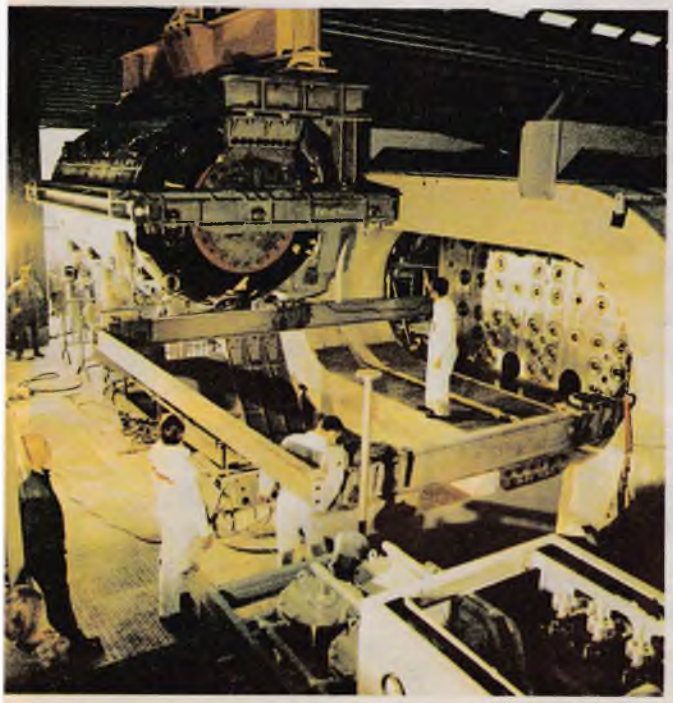
Hidrojeni sürekli kaynama noktasında tutacak basınç sınırı beş atmosfer, sıcaklık sınırı ise —247°C' tır. Bu yüzden, hem bir basınç sistemine, hem de bir soğutucu sisteme gereksinim vardır. Kabarcık odasının çevresinde, magnetik alan oluşturan bir mıknatıs bulunur. Bunun sıvı içinde oluşturduğu alan çizgileriyle, yüklü taneciklerin, kolayca ayırt edilecekleri eğri bir yol izlemeleri sağlanır.

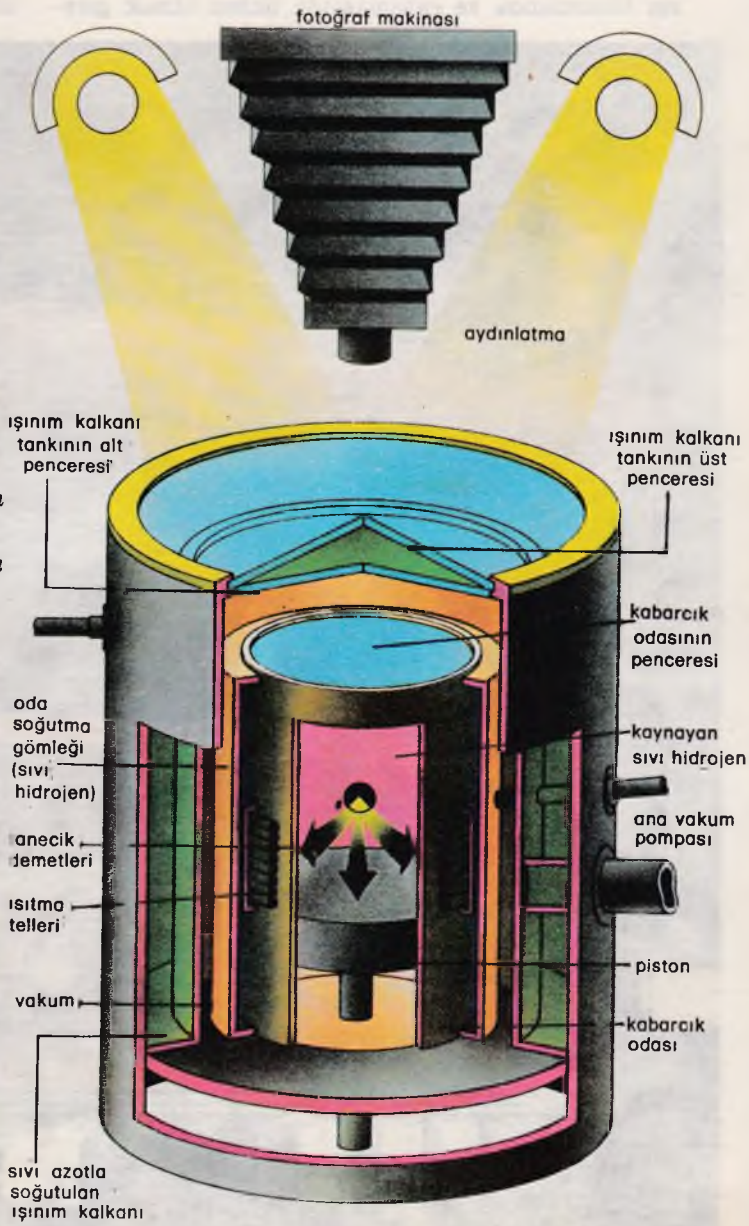
Gerekli donanımların tümü bir araya getirilince, kabarcık odası, 10 m yüksekliğinde, 6 m çapında, büyük ve karmaşık bir yapı haline gelir. Odalar, taneciklerin giriş yönündeki çaplarıyla tanınırlar. Fizik araştırmalarında kullanılan ilk kabarcık odası, 1954'



S.S.C.B'nde Serpuhov (Protvino) Yüksek Enerji Fiziği Laboratuvarı'ndaki Ludmila kabarcık odasının genel görünümü. (üstte)

CERN laboratuvarında, «Gargamelle» adlı ağır sıvılı kabarcık odasının montajı. (altta) Resimde silindir biçimli oda, yerine kaldırılırken görülmektedir.





Sıvı hidrojenli kabarcık odası. (üstte) Piston basıncıyla odadaki hidrojen, normal kaynama noktasının üstünde de sıvı halde tutulabilir. Basıncın ansızın kalkmasıyla, hidrojen aşırı derecede ısınır ve içeri salınan tanecikler, kabarcıklar oluşturur.

te Berkeley'de (A.B.D.) kurulmuş 183'cm'lik odadır. Günümüzün en büyük odalarıysa, Cenevre'deki (CERN'de) 3,7 m'lik oda ve Batavia'daki (A.B.D.) Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı'nın 4,6 m'lik odasıdır.

Kabarcık odalarında genellikle hidrojen kullanılır. Hidrojen, yüksek enerji hızlandırıcısından gelen tanecikler için yalın bir hedef oluşturur. Hidrojen atomunun çekirdeğinde yalnızca bir tek proton bulunur. Bu nedenle, bir piyon bir protonla çarpıştığı ya da etkileşimde bulunduğu zaman, protona bağlı başka tanecik olmadığından, çekilen fotoğraflarda karmaşık bir görüntü ortaya çıkmaz. Gelen tanecikler ile hedefteki taneciklerin yapısı bilindiğinden, çarpışmadan sonra fırlayan taneciklerin ne türden olduğu saptanabilir. Magnetik alanlar da, taneciklerin türünün saptanmasında yararlı olurlar: Taneciklerin magnetik kuvvet çizgilerinde sapma yönü, yüklerini (artı ya da eksi) belirtir; bunların yörüngelerinin eğrilik yarıçapları da, kütleleri konusunda bir fikir verir.

Fırlayan tanecikler elektrik yüksüz de olabilirler. Yüksüz tanecikler, sıvı içinde hiç bir iyonlaşmaya yol açmadıklarından, belirli bir kabarcık izi de oluşturmazlar ve etkileşimin çözümlenmesini zorlaştırırlar. Söz konusu tanecikler, çok kısa bir süre sonra yük kazanarak, saptanacak hale gelirler. Ama bu «kısa süre», hidrojen için genellikle yeterli olmaz. Tanecik, görünür hale gelmeden, bu «ince» sıvı arasından odanın dışına çıkar. Bu nedenle, ağır sıvılı kabarcık odası denilen ikinci bir odanın devreye sokulması gerekir. İkinci odanın içi, propan ya da freon gibi organik sıvılarla doldurulur. Ağır sıvılı odada yalın bir tanecik hedefi (tek protonlu hidrojen çekirdeği) yoktur; ama sıvının yoğunluğu fazla olduğundan, kaçan yüksüz taneciği saptayıp tanımlama olanağı yaratılmıştır.

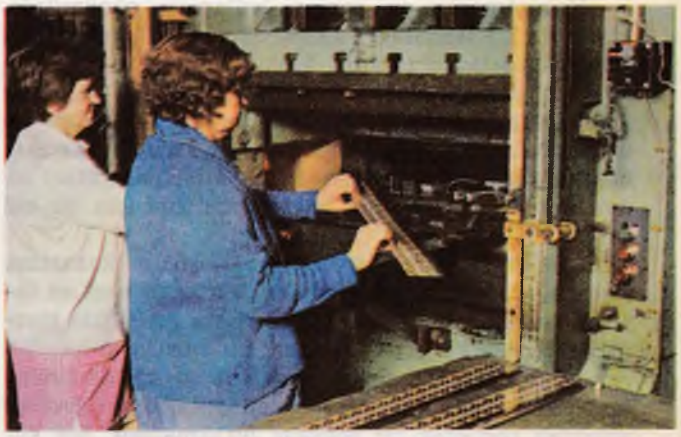
Kabarcık odasındaki bir tek deney süresince, her biri üç boyutlu olan milyonlarca fotoğraf çekilir. Daha sonra bu fotoğraflar, ilgi çekici bir tanecik etkileşimi ya da izi yakalayabilme amacıyla tek tek incelenir. Ölçümler, çözümlenmek için bilgisayara verilir. Dolayısıyle, kabarcık odasının dışında, çekilen resimlerin değerlendirilmesi için oldukça karmaşık bir sistemin daha geliştirilmesi gerekir.

KABARTMA MAKİNALARI

Bir düz yüzey üstünde bir yükselti oluşturma işlemine «*kabartma*» denir. Metal işçiliğinin en eski yöntemlerinden biri budur. İnce metal levhalara, arkadan çekiçle dövme yoluyla da kabartma yapılır. Kuyumculukta genellikle çekiç kabartmacılığından yararlanılır; ama öteki alanlarda, kalıpla kabartma daha yaygındır.

Desen, kalıbın yüzüne çizilir; sonra çevresi oyularak, çıkıntı olarak kalması sağlanır. Aynı desen dişi kalıba da oyulur. Böylece, ince bir metal levha, erkek ve dişi kalıbın arasına konup sıkıştırıldığında, levhanın üstüne kabartılmış desen çıkar. Kalıpla kabartma yapma işlemi, metal parçaların üretiminde uzun yıllar, bu biçimde uygulanmıştır.

Bir metal kabartma makinası. (altta) Erkek kalıp, makinanın tabanında yeralmaktadır. Üstüne de metal levha yerleştirilmiştir. Makina, dişi kalıbı indirerek metali sıkıştırır. Bir görevli kabartmalı levhayı alırken, bir başkası da yenisini makinaya koyar.



Kabartma makinasının yaygın kullanım alanlarından biri: Bir metal kutu kapağı. (üstte) Kapağa genellikle, kabartma yazıyla aynı anda biçim verilir.

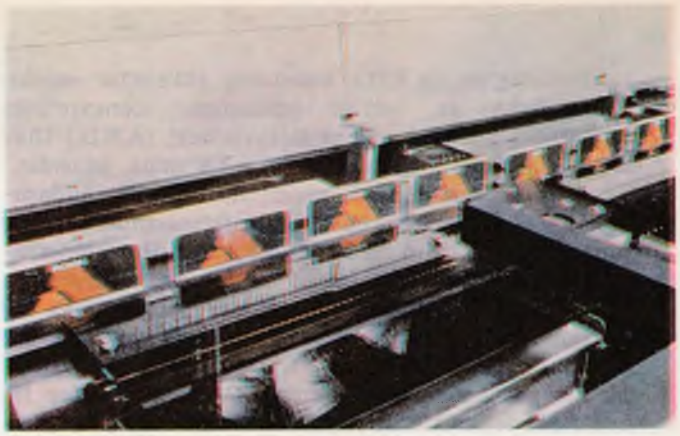
Resimde (altta), solda dişi bir kalıp, sağda da aynı desenin erkek kalıbı görülmektedir.

KABARTMA MAKİNALARI

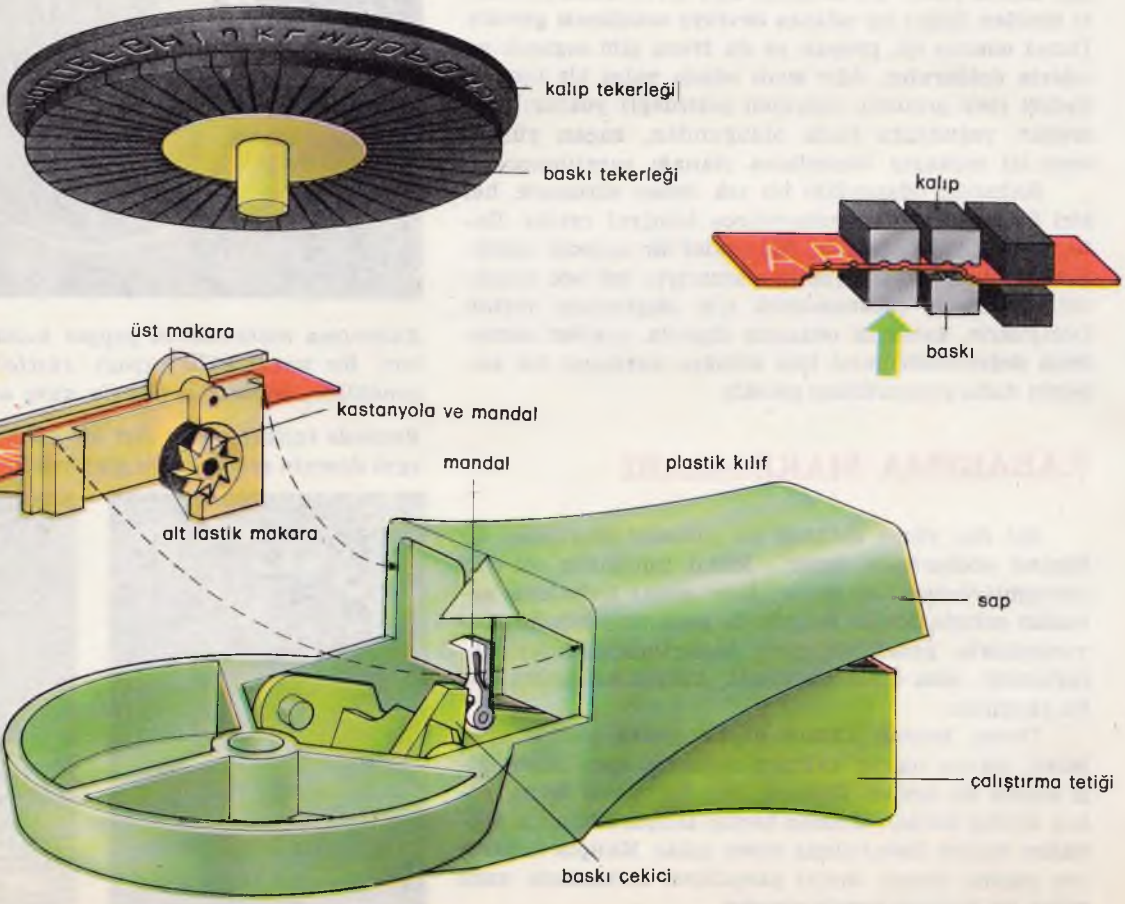
Kalıpla kabartma, kırtasiyecilikte de kullanılmaktadır. Bu işlemde, kağıt, kalıpların arasında sıkıştırılırken, aynı anda kalıbın yüzeyine mürekkep verilir. Günümüzde bu teknik pek uygulanmaz; çünkü aynı sonuç, daha ucuz yöntemlerle de elde edilebilir. Yeni yöntemde termografik toz, normal bir mürekkepli desen üstüne tutunur ve ısınınca yayılır.

Kabartmanın en yaygın kullanımı günümüzde, etiket ve ad levhaları yapımındadır. Eskiden Batı'da demiryolu istasyonlarında, alüminyum kabartma makinaları yaygın olarak kullanılmaktaydı. A.B.D 'nde otobüs garajlarında ve lunaparklarda, günümüzde de kabartma sayı ve yazı basmaya yarayan yuvarlak makinalar vardır. Çalıştırıcı, makinaya bir para atar; istenen yazıyı çevirip, her harf ya da sayı için bir kol çeker.

Son 10-15 yıl içinde, elle çalıştırılan kabartma makinalar hızla yaygınlaşmıştır. Bunlarda harf ve sayılar, yumuşak bir metal şeride ya da genellikle plastik bir şeride kabartılmaktadır. Bu amaçla kullanılan vinilin tam olarak nedeni açıklanamayan bir özelliği, baskı yapıldığında renkli maddenin, baskı yapılan bölgeden çekilerek bir beyazlık bırakmasıdır. Söz konusu özellik, oldukça iyi değerlendirilmiş ve beyazı iyi gösterebilecek koyu renkli viniller üstüne kabartma yazılar yazılmaya başlanmıştır. Şeritler, arkaları yapışkan bir maddeyle kaplı olduğundan, her yüze-



Plastik kartlar (kredi kartı gibi) üstüne kabartma yapan bir makina. (üstte) Magnetik bir bantla çalışmakta olan bu makina, günde 10 000 kart basmaktadır.
Evlerde ve bürolarda kullanılan bir kabartma makinası. (altta) Yapışkanlı yüzü örtülü olan plastik şerit, iki diskin arasına girer. Tekerlekler istenen karakter bulununcaya kadar döndürülür. Kol bastırıldığında tekerlekler birbirine yapışır, plastik üstünde beyaz bir iz kalır. Bir mandal, şeridi, öteki harf ya da sayının basılacağı yere kaydırılır. Harf ve sayılar arasındaki uzaklık, kola yarım basılarak mandalın çalıştırılmasıyla sağlanır.



ye yapıştırılabilir. Bu küçük el makinalarında, değişik ısı ve paslanma ortamlarında kullanılabilecek birçok metal çeşidi de işlenebilmektedir; ama bunlarda, vinilde olduğu gibi yazı ile çevresi arasında bir renk ayrımı oluşmaz.

Vinil şeritlerle kullanılan bu makinalar, temelde, üstünde sayı ve harf bulunan iki tekerlekten oluşur. İki tekerlek birbirine bağlı olduğundan, birlikte döner. Üstteki parçada sayı ve harflerin içi oyulmuştur (dişi). Alttaki parçaysa, merkezde birbirine bağlı, ama dış uçları serbest olan dilimlerden oluşur. Her dilimin üstünde, karşısına geldiği sayı ya da harfin erkeği bulunur. Şerit makinaya verilir ve gereken sayı ya da harf, tekerlek döndürülerek yerine getirilir. Kol bastırılır ve otomatik bir mandalla öne kayan şeride, harf ya da sayı basılır. Tekerleğin üst kesiminde, şeridi kesmeye yarayan küçük bir bıçak bulunur. Kolun ilk hareketi, şeridi de ileri alır; böylece, istenirse kabartma yapmadan da şerit ileri sürülebilir. Yalın makinalarda, kola kuvvetli basılması çok önemlidir; çünkü çıkacak kabartmanın düzgünlüğü, elle uygulanan basınca bağlıdır.

KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI

1700'lerin sonu ile 1800'lerin başlarında, kömür, maden ocaklarından ırmaklara ya da limanlara, eğimli araziler üstünde kablolu araçlarla taşınırdı. Yamacın tepesine kurulan BUHAR MAKİNASI, kabloları çekerdi. Kablolar, makinaya bağlı olan bir makaraya sarılırdı. George STEPHENSON'un 1820-1830 arasında buharlı lokomotifi geliştirmesinden sonra bile, dik eğimli yollarda kablo kullanıldı. Bazı endüstri kolları taşımacılığında da, kablolu araçlardan XIX. yüzyılın sonuna kadar yararlanıldı. Kablolu araçlar günümüzde yalnızca birkaç endüstri alanında ve İstanbul'daki, Tünel-Karaköy arasında çalışan «tünel» ile San Francisco'daki tramvay şebekesi gibi sayılı ulaşım noktalarında; varlığını korumaktadır. Söz konusu örnekler dışında, bu tür taşımacılık, artık yalnızca turistik bölgelerde kullanılmaktadır. Kent ve endüstri taşımacılığında, öteki yöntemlerin daha elverişli olduğu ortaya çıkmıştır.

Dağ treni: 1870'lerden sonra İngiltere'deki bazı sayfiye yerlerine, tepeden düzlüğe iniş çıkışı kolaylaştırmak için % 50 eğimli demiryolları yapıldı. Eğim, değişen yatay birim başına düşen değişmez düşey birimdir. Sözgelimi, yirmide bir eğim, 20 m'lik bir yatay uzaklıkta 1 m'lik yükseliş bulunduğunu gösterir. Eğim bazen yüzde olarak da dilegetirilir. Böylece, yirmide bir eğim, yüzde 5'lik bir eğim olarak belirtilir. Dağ trenlerinde, normal olarak her hat üstünde bir araç bulunacak biçimde iki hat vardır. İki araç, birbirini dengeleyecek biçimde, bir kabloyla bağlıdır. Vagonlar, normal demiryolu vagonlarına benzer; tek fark, alt bölümlerinin, üst bölümün yamaçta yatay durabilmesini sağlayacak biçimde yani üçgen biçiminde olmasıdır. Bir vagon en tepedeyken, ikincisi en aşağıdadır. Kablo, tepedeki istasyonda yeralan makaraya sarılır. Makaranın dönüşüyle vagonların hareket etmesi ya da durması sağlanır. Bu tür demiryollarının ilk örneklerinde, güç kaynağı olarak sudan yararlanılmaktay-

Hong Kong'taki tepelerde işleyen bir füniküler vagonu. (sağda üstte)

İsviçre'de bir havai hatta, ara istasyonlardan biri. (sağda altta) Pilon yalnızca bir tek hattı taşımaktadır; ama gerektiğinde ikincisi de eklenebilir. Pilonlar, kablo, araç ve yolculardan oluşan yükü taşıyabilecek sağlamlıkta olan derin beton temeller üstüne yapılmalı ve özellikle dağlık yörelerdeki kötü hava koşullarına dayanacak güçte olmalıdır.

dı. Her vagonun altında bir su deposu bulunurdu. Bu depo, vagon tepedeyken doldurulur, aşağı indiğinde boşaltılırdı. Deposu suyla dolan tepedeki vagon ağırlaştığı için, deposu boş olan aşağıdaki vagonu yukarı çekebilirdi. Bu sistemin bir iki yerde günümüzde de kullanılmasına karşılık, artık genellikle elektrik gücünden yararlanılmaktadır.

Füniküler: Buhar gücüyle çalışan lokomotifi bulunan, kremayer sistemli gerçek dağ demiryolları, 1869'da Washington dağında (A.B.D.) ve 1871'de İsviçre'deki Rigi dağında yapıldı. İsviçre'de yapılan demiryolu, günümüzde dünyanın en geniş dağ taşımacılığı sisteminin öncüsü sayılır. İsviçre'nin büyük bir bölümü yüksek dağlarla kaplıdır. 1871 yılında başlatılan dağ taşımacılığındaki bu gelişme, 20 yıl içinde birçok füniküler in kurulmasını sağlamıştır.Füniküllerlerin çoğu, dağ trenleri gibi, birbirinin ağırlığını dengeleyen iki vagon biçimindedir. Bazı uzun hatlarda yalnızca iki vagonun yan yana geldikleri yerlere çift, geri kalan bölüme tek ray döşenir. Vagonların ray değiştirmesi, otomatik olarak, bir taraflarına çift, öteki taraflarına tek flanşlı tekerlekler konularak sağlanır. Böylece, bir vagon hep sağ raydan, ikincisi de hep sol raydan gider. Makas raylarında, kablonun geçebileceği kadar bir aralık bırakılır.

Hafif virajlar da alabilen fünikülerlerin eğimi, yamacın dikliğine bağlıdır. Bazıları yalnızca yüzde 10 dolayında eğimlidir; ama yüzde 88'e ulaşanları da vardır. Az eğimli hatlarda vagonlar, normal demiryolu vagonlarına benzerler; yalnızca biraz daha küçüktürler. Eğimin fazla olduğu hatlardaysa vagonlar, farklı yüksekliklerde olan basamaklara ayrılmıştır. Vagon düz haldeyken, ilk basamak ile son basamak arasında 3-4 m'lik bir yükseklik farkı bulunur. Bazı büyük vagonlarda 100 oturma yeri bulunmaktaysa da, çoğu daha az yolcu taşır.

Dik dağ hatlarında kopmalar büyük tehlike oluşturduğundan, frenleme son derece önem taşır. Kabloların sık sık denetlenmesinin yanı sıra, kopma durumunda frenlemeyi sağlayacak başka önlemler de alınır. Dik eğimlerde, normal tekerlek FREN'lerinin hiç bir etkisi olmaz. Kablo koptuğunda, önlem olarak, vagon şasisine bağlanmış olan yaylı kavrayıcılar harekete geçer. Bu fren düzeneği, kablo yenileme çalışmaları sırasında boş vagonlarla denetlenir. Kablo kesilerek, vagonların istenen sürede durup durmadığı denenir.

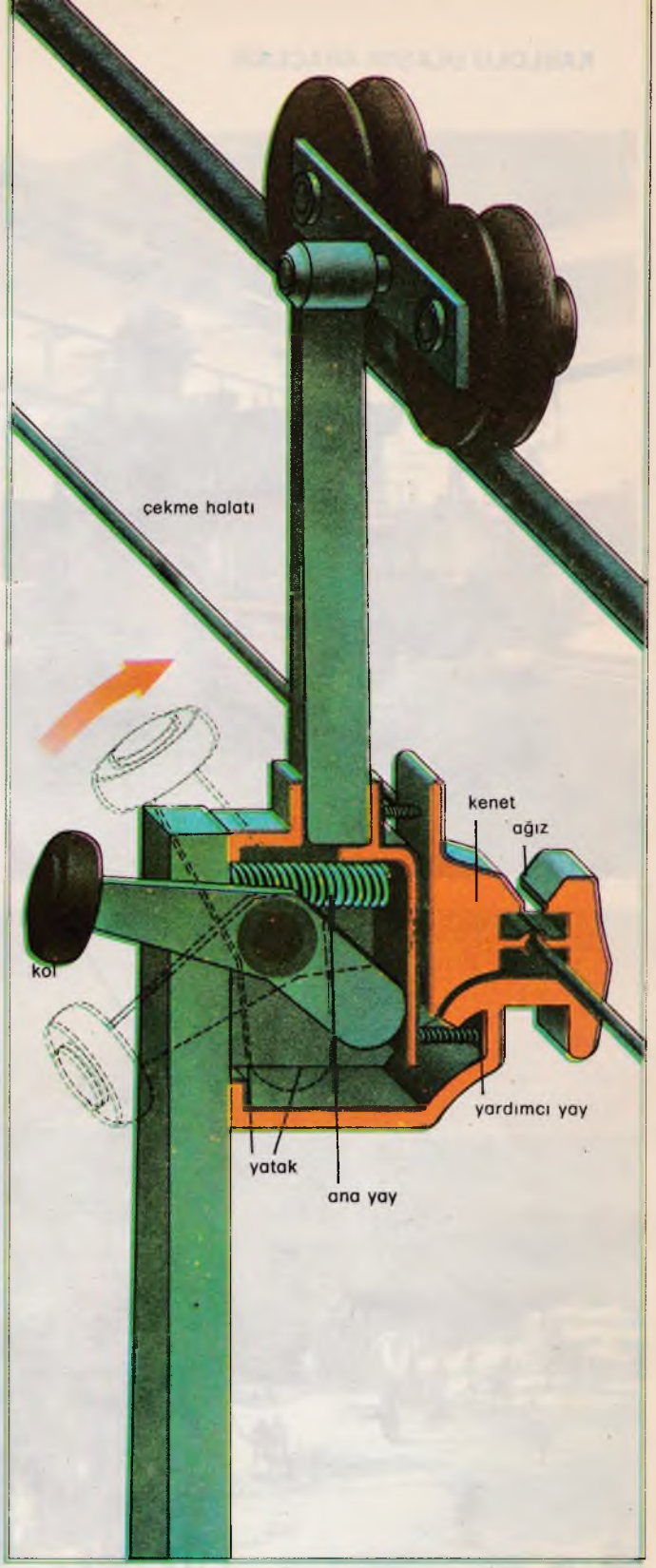
Ana taşıyıcı kablolar çekildikten sonra, resimde (altta) görülen türden hareketli bir iskeleyle, çekme kabloları yerleştirilir. Ana kabloların sarkmaması için, 100 tona kadar gerilim uygulanır.

Füniküler hatlarında, saatte 8-16 km'den yüksek hız yapmayan iki vagon bulunur. Bazı dağ şebekelerinde bu nedenle, birbirini izleyen kısa kısa hatlarda birkaç vagon çifti çalıştırılır.

Havai hatlar: 1908 yılında ilk teleferik hattı, İsviçre'de Grindelwald yakınlarında kuruldu. Bu hattın yalnızca altı yıl çalıştırılabilmesine ve sonraki 20 yıl içinde yenilerinin yapılmamasına karşılık, günümüzde havai hat taşımacılığı, özellikle dağ sporları merkezlerinde giderek yaygınlaşan bir sistemdir. İkinci Dünya savaşı ile 1973 arasındaki dönem içinde, yalnızca İsviçre'de, her türden havai hattın sayısı 20'den 230'a çıkmıştır. Bunların bir üstünlüğü de, kurulmalarının, füniküler den daha ucuz olmasıdır. Havai hatlar, İsviçre'deki kadar olmasa bile, başka ülkelerde de (hattâ deniz kıyılarında da) kullanılmaktadır.

Havai hat taşımacılığında üç ayrı tür vardır: Füniküler de olduğu gibi birbirini dengeleyen iki tane 100 ya da daha çok yolcu alan vagonlu, 1,6-3,2 km uzunluğunda hatlar (teleferik); eşit aralıklarla sandalyeye benzer tek kişilik oturma yerleri olan, yerden yüksekliği 6-10 m'yi aşmayan, yaklaşık 3 km uzunluğun-

Kablolu taşıtlardan eşya ve hammadde taşımacılığında yararlanılır. Resimde (altta) görülenler, 20 tonluk çimento taşıyıcılarıdır.



Başlangıç ya da varış istasyonlarında aracı çekme halatından ayırmaya yarayan yaylı kavrama. (üstte) Araç istasyona gelince kolun ucundaki teker, sabit bir kızak yardımıyla yukarı itilir. Baskı pabucu ve kenetler açılır; böylece çekme halatı araçtan ayrılır. Bundan sonra, taşıma halatı üstünde asılı kalan araç, istendiği yere elle çekilir.

da hatlar (telesiyej), gene açık sandalyeler gibi, ama genellikle dört kişilik, kapalı kabinler halinde olan ve hat üstünde çok sayıda böyle vagon bulunan hatlar (bunlar genellikle ağaç boyu yüksekliktedir).

Büyük teleferiklerde, yolculuk süresi uzun olmadığı için, oturma yerinden çok, ayakta durma yeri vardır. Gövdeye, belli sayıda yivli makara takılıdır. Makaralar, iki ucu bağlı, yer yer de pilonlarla desteklenen taşıma kablosu üstünde dönerler. Bazı büyük vagonların iki taşıma kablosu vardır. Küçüklerdeyse tek kablo yeterlidir. Fünikülerden farklı olarak, bir havai hat, yalnızca bir tek vagon içindir. Eğimi değişse bile, hat düz olmalıdır. Vagonlar, bağlantı merkezlerinden, elektrik gücüyle çalıştırılan çekme halatlarıyla çekilir. Çekme halatının uçları, sarma tekerleklerinin çevresini dolaştıktan sonra, vagonların iki yanında birleşir. Kablo uzunluğu, bir vagon en tepedeyken, ikincisi en aşağıda olacak biçimde hesaplanır.

Telesiyejde, taşıma ve çekme işlemi genellikle tek bir kabloyla sağlanır. Bazı türlerde iskemle, kabloya bağlıdır ve hiç durmadan döner; yolcular iskemleye,

İsviçre Alpleri'nde Cry d'Er'deki istasyonda 4 kişilik yolcu kabinleri. (solda) Sağında görülen kablo sarma makinası, doğru akımla çalışan bir elektrik motorudur.

Kabloların doğrultusunu 20° kadar değiştiren bir teleski virajı. (üstte) Bu teleski 1 saatte 1 000 kişi taşıyabilir.

***Bir başka kablolu ulaşım aracı da** telesiyejdir. (solda) Telesiyejler hem daha rahattır, hem de düzgün bir yamaç izlemeleri gerekmez.*

hareket halindeyken binip inmek zorundadırlar. Bu işlem sırasında yardımcı olmak için, binip inme noktalarında görevliler bulunur. İki kişilik olanları kablodan bağımsızdır. Başta ve sonda, kablonun harekete geçirilmesine ya da durdurulmasına olanak veren kısa ray hatları vardır. İskemlenin kabloya bağlı olmadığı durumlarda, yeni bir iskemlenin yerleştirilebileceği yerler ışıkla bildirilir. Böylece, iskemlelerin birbirine güvenlik sınırlarını aşacak ölçüde yakın yerleştirilmesi önlenir. Telesiyejlerin bir türü de, kayakçıları, kayakları üstünde (yerden yükseltmeden) tepeye çeker (teleski).

Havai hat taşımacılığında zemin yolu gerekmez; ama vagon ve iskemlelerin yere çarpmadan ilerlemesi için, pilonların sağlam temellere yerleştirilmesi gerekir. Bazı büyük çift vagonlu hatlarda, pilonların ara uzaklığı 1,5 km'yi, yerden yüksekliği de (vadilerden ve dik yamaçlardan geçerken), 300 m'yi bulur. İsviçre'deki havai hatların en uzunu, Lauterbrunnen vadisinden, 3 000 m yükseltili Schilthorn tepesine uzanan hattır. Yedi kilometreye varan bu hat, dört bölüme ayrılmıştır. Gezmeye gelenler, 30 dakikada, vadiden, kar ve buz ülkesi Alpler'e ulaşırlar.

Otomatik sistemler: Günümüzde birçok havai hat şebekesi otomatik hale getirilmiştir. Çalıştırıcı görevli, düğmeye bastığında, birkaç sinyal alışverişinden sonra vagonlar, otomatik kumandaya geçer. Saatte yaklaşık 24 km hızla yol alan kabinlerin hızı, pilonlara ve istasyonlara yaklaşırken, sallanmayı önlemek için saatte 1,5 km'ye kadar düşürülür.

KADASTRO

Kadastro, dünya yüzeyindeki gerek doğal, gerekse insan yapısı engebelerin harita (Bk. HARİTACILIK) ve planlarda belirtilme amacıyla ölçülmesidir. Başlıca iki tür kadastroculuk vardır: Dünya yüzeyinin yuvarlaklığını göz önüne alan *jeodezik kadastroculuk;* ölçülecek hatların tümünün yatay bir düzlem üstünde olduğunu varsayan *düzlem kadastroculuk.* Büyük ölçekli kadastronun jeodezik olması zorunludur. Ancak, çevre boyutları 15 km'den küçük olan alanlarda, düzlem kadastrosu yeterli olabilir.

Kadastro tekniklerini ilk geliştirenler eski Mısırlılar'dı. Teb'deki bir mezar süslemesinde, arazi ölçümü yapan iki kişi görülmektedir. Piramitler de, oldukça gelişmiş bir kadastroculuk olmaksızın gerçekleştirilemezdi. Öte yandan Romalılar da, sınırları ve yeni kentlerin kurulacağı yerleri belirleme amacıyla ya da yolların ve su kemerlerinin yapımında, kadastro biliminden yararlanmışlardır.

Kadastroculuk yöntemleri: Kadastroculuğun ilkeleri, geometri yasalarına dayandırılmıştır. İki noktanın, sözgelimi *A* ve *B*'nin kesin konumları biliniyor ve ölçüm yapılan alanda ağaç türünden bir çıkıntının konumu belirlenmek isteniyorsa, şu dört yöntemden herhangi biri uygulanabilir: Ağaçtan *A* ve *B*'ye olan uzaklıklar ölçülebilir; *A* ve *B* arasındaki doğrunun ağaca en yakın noktası saptanıp (çoğu kez gözle yapılır), bu noktanın A ve B'den uzaklığı ölçülebilir; noktalardan birinin, sözgelimi *A*'nın ağaca olan uzaklığı, *AB* doğrusuyla yaptığı açıyla birlikte ölçülebilir; *A*'dan ve *B*'den ağaca çizilen doğruların, *AB* çizgisiyle yaptıkları iki açı ölçülebilir. İlk iki yöntemle yapılan engebe belirleme işlemi, yalın bir çelik metreyle gerçekleştirilebilir. Buna «*zincir eğrisi kadastroculuğu*» adı verilmektedir. «*Teodolit çapraz kadastroculuğu*» denen üçüncü yöntem, uzaklıkların yanı sıra, açıların da *teodolit*le (yer açıölçeri) ölçümünü gerektirmektedir. Son yöntemdeyse, yalnızca açılar ölçülür. Bu da *teodolit ara kesit kadastro*culuğudur.

Düzlem kadastroculuğu, belirlenecek bütün noktaların yatay bir düzlemde olduklarını varsayar. Bu nedenle, bir eğimden yukarı ya da aşağı alınan ölçümlerin, *plan izdüşüm uzunluklarına* göre yeniden hesaplanmaları gerekir. Bu hesaplamayı yapmak için, ya iki düzey arasındaki yükseklik farkı ölçülerek Pythagoras kuramı (Bk. MATEMATİK) uygulanır ya da eğimin açısı teodolitle ölçülür.

Bir ev ve birkaç ağacı içeren bir arazi parçasının yerölçümü, tipik bir kadastroculuk uygulamasıdır. Kadastrocunun ilk yapacağı iş, arazinin köşelerine yakın *denetim noktalarını*, sözgelimi *A,B,C* ve *D*'yi seçmektir. Her denetim noktasının öteki denetim noktalarından görülebilir olması, büyük kolaylık sağlar. Denetim noktaları arasındaki uzaklıklar (ve karşıt noktalar arasındaki diyagonal uzaklıkların en az biri) çelik metreyle ölçülerek, ölçeğe göre plana çizilir. *ABCD* dörtgeninin içinde kalan arazinin, ağaçlar ve evin köşeleri gibi engebeleri, zincir eğrisi kadastroculuk yöntemiyle planda belirlenir. Yukarda açıklanan zincir eğrisi kadastroculuk yöntemlerinden ikincisine, «*düşey uzaklık kadastroculuğu*» da denir. Planda gösterilecek ayrıntıların sayısı çoksa, bu yönteme başvurulur. Araziyi üçgenlerle kaplamayı amaçlayan kadastrocu, kenar uzunlukları ölçülmüş bir üçgenler ağı oluşturmaya çalışacak ve kesinlik sağlamak için, üçgenlerin kenar uzunluklarını olabildiğince uzun tutacaktır. Arazi dik eğimliyse, ayrıntıları plana dökmek kuşkusuz daha zor olacak, ölçülen uzunlukların, yatay uzaklıklara göre yeniden ayarlanması gerekecektir. Bu durumda *dürbünlü düzeç*e ve *mira*ya başvurulur.

Düzeç: Dürbünlü düzeç (nivelmen ya da tesviye), dikey bir aks çevresindeki yatay düzlemde dönen bir dürbünden oluşur. En kesin yatay bakışı sağlamak için kabarcıklı düzeçle donatılmış bulunan bu dürbün, üç ayaklı, ayarlanabilen bir sehpa üstüne oturtulmuştur. Aracın göz deliğinden bakıldığında, «*zemin referansı*» adı verilen yatay çizgi görülür. Dürbünlü düzeç ayarlandığında, bu çizgi üstündeki bütün noktalar aynı düzeyde olacaktır.

Kadastro işlemleri yapılan alanda düzey saptamak için, dürbünlü düzeç, «*mira*» adı verilen, metre ve santimetre bölümlü cetvelle birlikte kullanılır. Mira, önce tabanı üstünde bir karşılaştırma noktasına (deniz düzeyinden yüksekliği kesinlikle bilinen bir noktaya) dikine yerleştirilir. Dürbünlü düzeç, mira-ya odaklanmış olarak, daha uzağa (bu uzaklık eği-

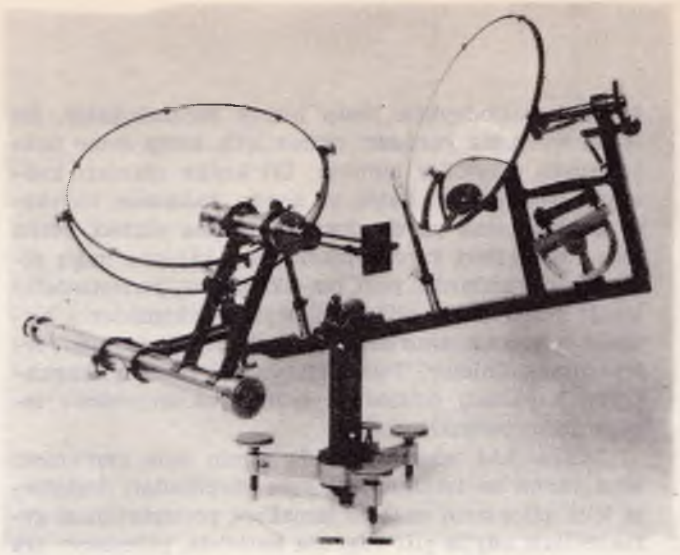
min olverdiği ölçüde büyük olmalıdır) kurulur. Dürbünlü düzeçten bakıldığında görülen zemin referansı çizgisinin mirayı kestiği nokta okunur. Bu nokta, aygıtın karşılaştırma noktasından yüksekliğini verecektir. Bundan sonra dürbünlü düzeç, yatay olarak döndürülerek, yüksekliği saptanmak istenen noktaya dikili başka bir miraya odaklanır. Kesişme noktası aynı biçimde okunur. Yalın toplama ve çıkarmayla, bilinmeyen noktanın, karşılaştırma noktasından yüksekliği hesaplanır. Bu nokta artık, başka düzeylerin saptanmasında karşılaştırma noktası olarak kullanılabilir. Böylece, kadastrosu çıkarılan bir alanda, bilinen bir düzeyin üstündeki ya da altındaki bütün düzeyler belirlenebilir.

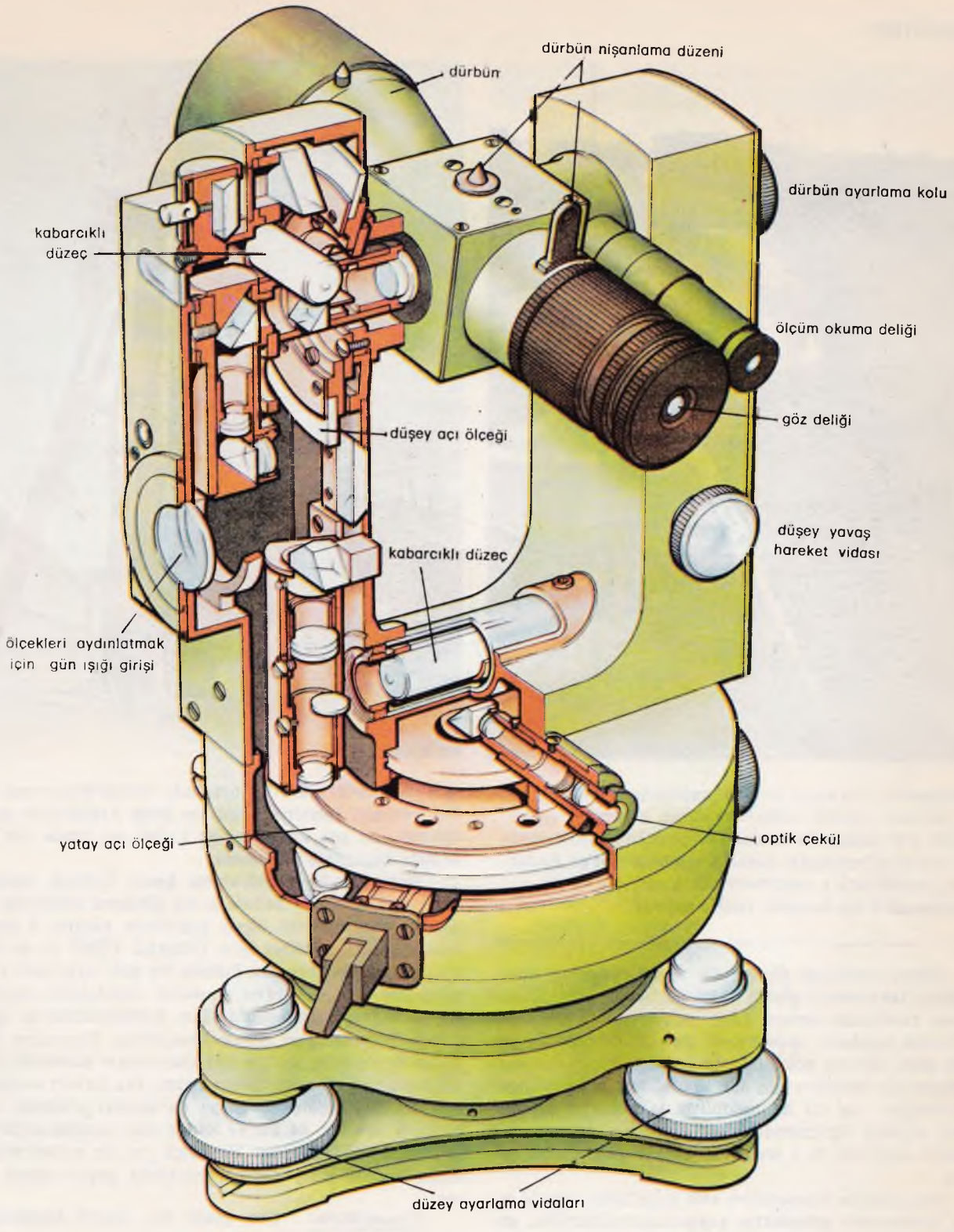
Teodolit: Yukarda anlatılan kadastro işleminde, dörtgenin köşegenlerinden hiç değilse birinin uzunluğunun saptanmasına olanak yoksa (yapı ya da başka bir engel bunu önleyebilir), bu durumda, *ABCD* dörtgeninin köşe açılarının ölçülmesi gerekir. Açılar, ya pusulayla ya da (daha kesin olarak) teodolitle ölçülür.

Teodolit, hem düşey, hem de yatay düzlemlerdeki açıları ölçmeye yarayan bir aygıttır. Tıpkı dürbünlü düzeç gibi, teodolit de, bir dürbünle donatılmıştır; ama ötekinden farklı olarak bu dürbün, aygıt merkezinde kesişen hem düşey, hem yatay eksenler çevresinde dönebilmektedir. Dürbünün açısal hareketleri, dereceleri gösteren ölçekler üstünde izlenir. Ölçüm kesinliği aygıttan aygıta değişirse de, iyi bir teodolitle (jeodezik nitelikli olmasa da) bir saniyelik yay duyarlığına kadar ölçüm yapılabilir. Böylece kadastrocu, kilometrelerce uzaklıktaki noktalara olan dik koordinatları kesinlikle hesaplar.

Çapraz kadastroculuk, büyük ölçekli kadastro çalışmalarında uygulanır. Çeşitli denetim noktaları arasındaki açıların ölçümünde teodolit kullanılır ve bütün uzaklıklar ölçülür. Bu tür kadastroda, çaprazdan hesaplarla ölçümlerin kesinliğini denetleme olanağı vardır. Gene yukarda anlatılan kadastroyu örnek alırsak, gerekli ölçümler yapıldıktan sonra, *B*'nin konumu *A*'dan, *C*'ninki *B*'den, *D*'ninki *C*'den, *A*'nınki de *D*'den hesaplanacaktır. *A*'nın hesaplanan konumunun gerçek konumuna olan yakınlığı, bütün kadastro işleminin kesinlik derecesini gösterecektir.

Takeometri: Büyük ölçekli bir kadastronun gerekli ayrıntılarının ölçümü, uygun yöntemlerden biriyle yapılır. Bu yöntemler arasında, *takeometri* de vardır. Takeometri, uzaklıkların optik ölçümüdür. Teodolitlerin çoğunda, görüş ufkuna giren düşey ve yatay gözlem çizgilerinin yanı sıra, düşey gözlem çizgisini kesen iki yatay işaret bulunmaktadır. Bunlardan biri yatay gözlem çizgisinin üstünde, ötekiyse altındadır. Bu kesin işaretlemeye göre, bir direk gözlemlendiğinde, yukardaki direk ile daha aşağıdaki direk ölçümleri arasındaki fark, aygıt ile direk arasındaki uzaklığı kesir halinde (genellikle 0,01, yüzde bir oranında) vermektedir. Yani, aşağı işaret 1 metre çizgisinde, yukarı işaretse 2 metre çizgisindeyse, aradaki fark 1 metredir; aygıt ile direk arasındaki uzaklık buna göre 100 metredir.





Helyograf (solda üstte), kadastro ve işaretleşme için kullanılan ilk aygıtlardandı. Güneş ışığını bir yönde yansıtarak, uzaklardan görülmesini sağlardı.
Jeodometre (solda ortada), bir neon-helyum lazerinin ışınından yararlanarak, 25 km'ye kadar uzaklıklarda kesin ölçüm sağlar.
Yatay uzaklıkları ölçmeye yarayan, kendinden indirgemeli bir telemetre. (solda altta)

Kadastrocu teodoliti. (üstte) Ölçümler dürbün göz deliğinin yanındaki bir başka göz deliğinden okunmaktadır. Düşey ve yatay açı ölçekleri camdan yapılmıştır. Soldaki pencereden bir ayna (resimde görülmüyor) yardımıyla giren gün ışığı, bu ölçekleri aydınlatır. Girdikten sonra iki ışına bölünen gün ışığı, önce ölçeklere, sonra mercek ve prizmalardan oluşan bir sistem aracılığıyla dürbüne gider.

«Distomat» (turuncu renkli) aygıtıyla donatılmış bir teodolit. (üstte solda) Teodolit, düşey ve yatay açıları bir saniyelik kesinlikle ölçerken, «distomat» da hedeften yansıyan kızılaltı ışınla, 2 km'ye kadar olan uzaklıkları 1 santimetrelik kesinlikle ölçer. Genel amaçlı bir teodolit. (üstte sağda)

Görüş çizgisinin direğe dik açıda olmaması durumunda, takeometri işlemi daha karmaşık olur. Çünkü hatalı kısalmalar ortaya çıkar ve trigonometri düzeltmeleriyle bunların giderilmesi gerekir. Yöntemin yararlı yanı, ayrıntı noktalarının konumları ile bunların indirgenmiş düzeylerinin bir arada, tek işlemle ölçülebilmesidir. Ne var ki, teodolitle takeometri uygulaması, uzaklık ölçümünde kesin sonuçlar sağlayıcı bir yöntem değildir. % 1 oranında hatayı göze almak gerekir.

Son yıllarda *takeometre* adlı aygıtların ortaya çıkışı, takeometri işlemlerini yaygınlaştırmıştır. Bu aygıtlar da bir tür teodolittir; ama görüş çizgisi ile eğim açısını eşitleyen ve aygıt ile mira arasındaki yatay uzaklığı doğrudan okuyabilme olanağı sağlayan mekanizmaları vardır. Çok kullanılan İsviçre yapısı takeometrede bir bölünmüş görüntü düzeni bulunur. Bu aygıtta görüntünün bölünme düzeyi, dürbünün eğimiyle birlikte değişir. Üç ayak üstüne oturtulmuş yatay bir direk, hedef olarak gözlemlenir. Aygıttaki bir ayar tekerleği, bölünmüş görüntünün karşıt parçaları üstündeki işaretler arasında uyum sağlanana kadar çevrilir. Böylece, aygıt ile direk arasındaki yatay uzaklık, en çok 220 metreye kadar, on binde bir (1 / 10 000) kesinlikle ölçülebilir.

Daha büyük uzaklıkların kesin ölçümü, elektromagnetik ışınımın hedefe gidip dönmesi sırasında geçen zaman süresini ölçen aygıtlarla yapılır. 3 km'ye kadar olan uzaklıklar için, DEŞARJ TÜPÜ ya da LAZER kaynaklı, frekansı bilinen bir ışık, aygıttan, yansıtıcı bir hedefe doğru ışınlanır. Işınlanan dalgalar ile yansıyan dalgaların fazları karşılaştırılarak, gidiş dönüşlü yolculuğun süresi hesaplanır. Kaynağın frekansı değiştirilir ve faz karşılaştırması yinelenir. Aygıtın parçası olan bir hesap birimi, faz farklarını uzaklığa çevirir; ölçüler ibreli ya da sayısal gösterge aracılığıyla okunur. 64 km'ye kadar olan uzaklıklardaysa, *tellürometre* kullanılır. Bu aygıt da bir radar sinyalinin, hedefe gidiş dönüşü sırasında geçen süreyi ölçer.

Nirengileme: Çok geniş bir alanın kadastrosu gerekiyorsa, kadastrocu önce bir zemin çizgisi çizer ve bu çizgiden üçüncü bir nokta alarak, temel üçgeni tamamlar. Zemin çizgisinin uzunluğu, genellikle 30 km kadardır ve uzunluk ölçümü çoğunlukla tellürometreyle yapılır. Birincil üçgen, bundan sonraki ölçümler için bir taban oluşturur. Üç köşesi, ana denetim noktaları olarak kullanılır. Bu üçgen, sonradan, gerekirse genişletilebilir ya da daha küçük üçgenlere bölünebilir.

KAFES SİSTEMLER

Çeşitli yapı biçimleri arasında taşıyıcı karkas ya da kafes sistemler büyük önem taşır. Kafes sistemler, birbirine bağlı, oldukça ince uzun öğelerden (çubuk) oluşur. Bu öğeler, üstlerine yük bindiğinde beklenmedik çökmelerin ortaya çıkmayacağı biçimde düzenlenir. Öğelerin birbirine bağlanma biçimleri ve bağlayıcıların nitelikleri de önemlidir. Bağlantılar serbestçe dönüyorsa (pimli bağlantı), kafes, ancak belirli sayı ve montajdaki öğelerle elde edilebilir. Öğe sayısı gerekli olduğundan azsa, sisteme, «*mekanizma*» adı verilir. Mekanizmalar, yapı öğesi olarak kullanılamazlar, ama mekanik açıdan çeşitli yararları vardır. Yeterli sayıda öğe, yalın ve sağlam bir yapı oluşturur. Bu sayıdan fazlası gereksizdir (ama başka nedenlerle ek öğeler kullanmak gerekebilir). Genellikle «*çok-*

Krenler ve gemi gövdeleri, kafes sistemin başlıca örnekleri arasında yeralır. (üstte) Gemi gövdesi mukavemetini dış çelik kaplamadan çok, kafes sistemden alır.

Bir uçağın karmaşık kafesini gösteren iç görüntüsü. (altta) Dış kabuk, sağlamlığa katkıda bulunan gerilmeli kaplamadan oluşur.

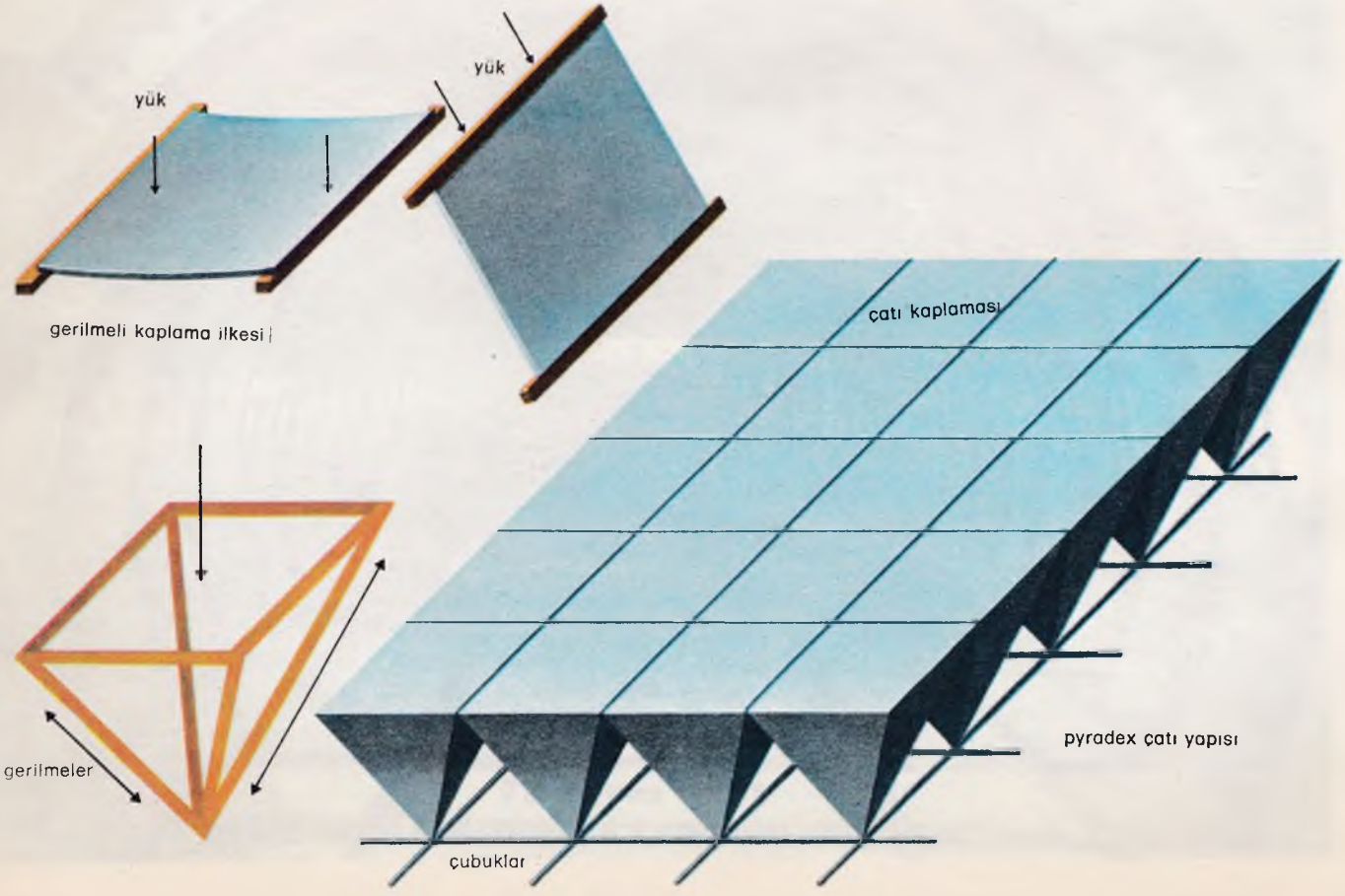
Emmerich sisteminde yapılmış uzay kafes. (üstte) Bu tür yapılar mukavemetlerini, kafesin düzenleniş biçiminden alırlar. Öğeler oldukça ince tutulabilir. Gerilmeli kaplama ilkesi. (altta) Yatay olarak üstten yüklenen bir levhanın mukavemeti az olacak ve kolayca eğilecektir. Uçlardan yüklenen aynı levha, rijitleşecek ve çok daha mukavemetli olacaktır. Bu ilke yapılara uygulanırsa, aynı yükü çekmek için daha hafif malzemeler kullanılabilir. Pyradex çatı yapısı sisteminde, gerilmeli kaplama birimleri kullanılır. Alüminyum kaplamalar, piramit oluşturacak biçimde kenarlardan birbirlerine kaynaklanıp, köşelerinden taşıyıcı bir kafese bağlanır.

bağlı kafes sistem» denilen ek öğeli yapı, aşırı derecede rijit olur. Bağlantıları pimli kafes sistemin tersine, rijit kafes biçimini, öğelerin birbirine sıkı bağlantılarla bağlanarak oynayamamasından alır.

Kafes, bir örtüyle kaplanarak, görünmez hale getirilebilir. Sözgelimi, gemilerin ve uçakların dış görünüşü, kaplamanın altında bulunan karmaşık kafes yapının varlığını gizler. Bu tür yapılarda kaplama, yalnızca hafif bir örtü malzemesinden oluşur. Bununla birlikte, örtü malzemesinden, kafesin mukavemetini artırmada da yararlanılabilir. Bu tür kaplamalara «*gerilmeli kaplama*» adı verilir.

Mühendislik açısından kafes sistemler, malzeme kullanımını ekonomik hale getirmek bakımından büyük önem taşır. Dolu yapılarda, malzemenin çoğu ekonomik olarak kullanılmaz; çünkü malzeme, taşıyabileceğinin tümünü yüklenmez. Ama kafes sistemlerde öğeler, tümünün gücü bütünüyle kullanılacak biçimde düzenlenir. Ayrıca, malzeme ağırlığı oldukça düşük tutulabilir. Ama ekonomik görünmesine karşılık, bu yöntem, sonuçta elde edilecek yapının karmaşık bağlantı sorunları ortaya çıkarışı nedeniyle, uygulamada elverişli değildir.

Kafes sistemler yalnızca bağlantılarındaki rijitliğe ya da oynaklığa göre değil, iki ya da üç boyutlu olmalarına göre de sınıflandırılırlar. Üç boyutlu düzenlemelere genellikle, «*uzay kafesler*» adı verilir.



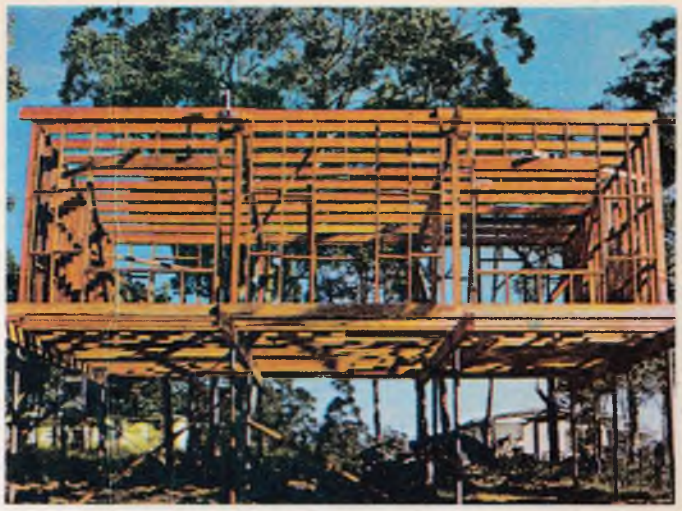
Kafes sistem düşüncesi çok eskiye dayanır. Eski insanlar bir tür çadırla dış etkilerden korunurlardı.

Ağaç direkler üstüne gerilen hayvan derilerinin (kaplama), gerilim kuvveti vardı; ama çadır, biçimini, altındaki rijit kafesten alırdı. Kafes olmasa yığılıp kalırdı.

Kafes sistemlerin çoğu oldukça yalındır; ama yeterli güçte bağlantı sistemlerinin ortaya çıkarılması için, tasarımların özenle hazırlanması gerekir. Kötü tasarlanmış bağlantılar, hem zayıf olur, hem de görüntüyü bozar. Bağlantı tasarımları, özellikle uzay kafeslerde sorun yaratır. Birbirlerini farklı açılarla kesen öğelerden oluşabilen uzay kafes sistemlerinde standart bağlantıların geliştirilmesi oldukça zordur.

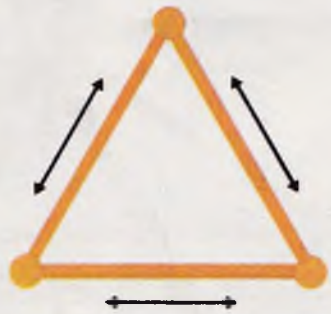
Kafes öğeleri, çeşitli malzemelerden yapılabilir: Çelik; alüminyum; ahşap, betonarme. Metal öğeler, içi boş borulardan (yuvarlak ya da köşeli) ya da dolu çekilmiş ve biçim verilmiş kesitlerden oluşur. Ahşap kafes malzemeleri ise, genellikle, kolay bağlantı yapmayı sağlayacak biçimde, yani köşeli kesitli olur ve cıvata ya da çivilerle birbirlerine tutturulur.

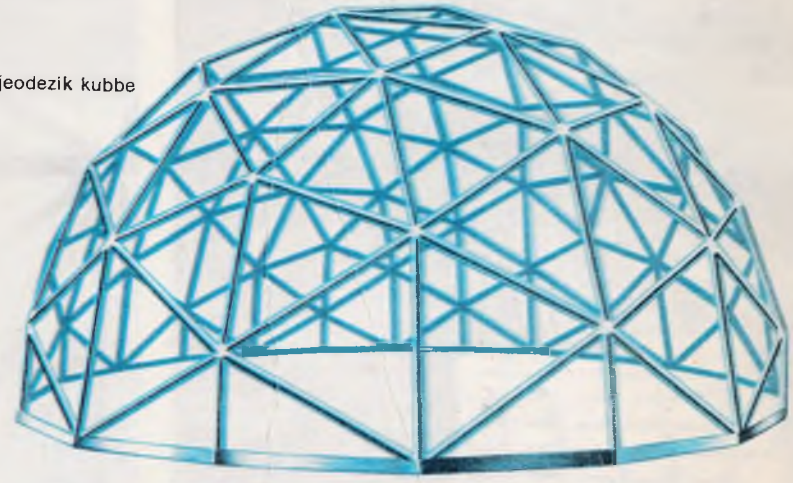
Gemiler: TEKNE YAPIMI'nda kafes sistemin ilk örneklerine, bez ya da deri kaplı sepet kayıklarda rastlanır. Afrika ve Avustralya dışında bütün kıtalarda kullanılmış olduğu bilinen bu tür kayıklar, bazı bölgelerde hâlâ görülmektedir. İnce bir ahşap kafes üstüne gerilmiş hayvan derisinin oluşturduğu tekne, ko-

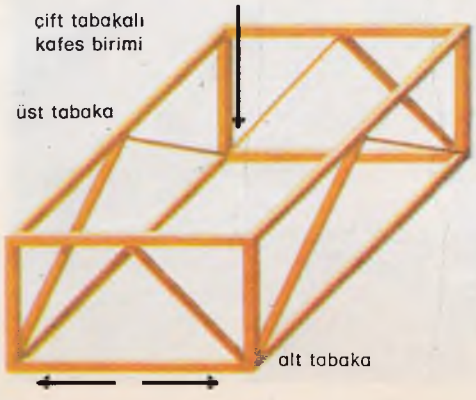


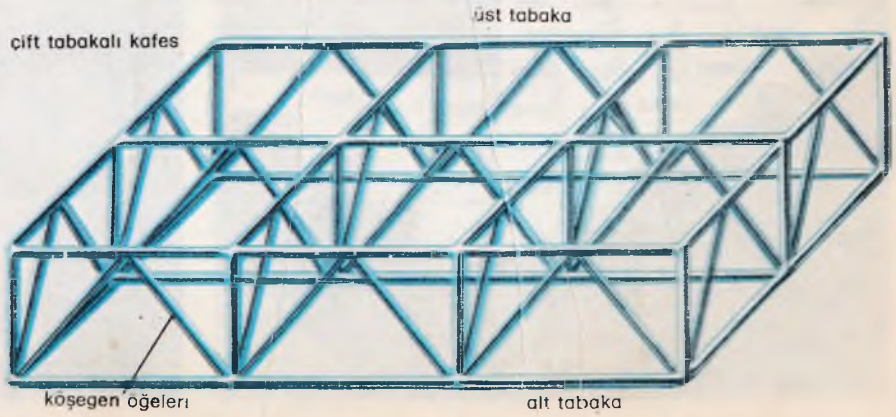
Avustralya'da bir ev inşaatı. (üstte) Önce, bitmiş yapının mukavemetini sağlayacak ahşap bir kafes oluşturulur. Döşeme ve çatı kirişleri, genellikle kolonlardan daha kalındır.

Jeodezik kubbeler, üçgenlerin yarımküre oluşturacak biçimde birleştirilmesiyle oluşur. (altta) Bu kafes son derece kuvvetlidir ve alüminyum ya da plastik gibi oldukça hafif malzemelerle kaplanabilir. Çift tabakalı ağlarda köşelemesine yerleştirilmiş çubuklar, kafesin üst ve alt yüzlerdeki öğelerini birbirine bağlar. Burkulma tehlikesi büyük ölçüde azaltılmıştır. Bitirilmiş çatı, köşelere yerleştirilmiş birer direkle taşınabilir.









Kafes sistem yerine kullanılan beton kabuk üretmede yararlanılan bir fiberglas kalıp. (üstte)
Londra'da Nine Elms'deki yeni alışveriş merkezinin uzay kafesli çatısından bir görünüş. (altta solda)
Bu tür çatılar hem hafif, hem sağlamdır; bu yüzden, en az sayıda direkle büyük alanların kaplanmasında kullanılır.
Çatının yakından görünüşü. (altta sağda) Resmin altında, taşıyıcı direklerden biri görülmektedir.

layca monte edilip taşınabilir. Modern spor kanolarının yapısı da bunlara benzer.

Deri ve bezin yerini, su geçirmezliği ve kafesin sağlamlığına katkısı gibi özellikler taşıyan çelik levhaların almış olmasına karşılık, günümüzün gemileri de temelde, söz konusu kayıklara benzetilebilir. Modern bir geminin iskeleti, yaklaşık 60 cm aralıklı, kaynaklanmış, rijit, çelik çerçevelerden oluşur. Metal levhalar kafes sistemin üstüne tutturulur.

Uçaklar ve otomobiller: Uçaklar da gemilerinkine benzer bir evrim geçirmiştir. Ancak, gemilerde birkaç bin yılda gerçekleşen gelişme, uçaklarda 70 yılda tamamlanmıştır. İlk uçaklar bezle kaplı ahşap kafeslerden oluşurdu. Günümüzdeyse, uçağın bütünü metalden yapılmakta ve dış örtünün gerilmeli kaplaması, kafesi pekiştirmektedir.

Uçak yapılarında başlıca önemi, en az ağırlıkla yüksek mukavemetin elde edilmesi taşır. Bu yüzden, kafes düzenlemeleri konusunda ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Hafif uçaklar, hâlâ alüminyum alaşımdan kafes üstüne kumaş kaplanarak yapılmaktadır. Ama ağır tiplerin, kaburgalarla pekiştirilmiş gerilmeli kaplamadan oluşan yüzeysel ya da kabuk biçimli yapıları vardır.

Yakın geçmişte, otomobil yapılarında, şasi siste-

mini ortadan kaldırıp, çelik kabuk kullanma yolunda bir eğilim görülmüştür. Bu türden tek parça yapılar, bazı yarış otomobillerinde de kullanılmıştır. Ama günümüzde, yeniden, büyük ölçüde uzay kafes sistemine dönülmüştür.

Yapılar ve inşaat mühendisliği: Kafes sistemin, ahşap kafesli evlere ve kömür fırınlarına uzanan, uzun bir geçmişi vardır. Ne var ki, bu sistemler, büyüklükleri ve açıklıkları bakımından, demir yapı (ve daha sonra çelik yapı) geliştirilinceye kadar oldukça sınırlıydı. Özellikle çeliğin ağırlık başına yüksek mukavemet oranı, günümüze kadar yapılanlardan daha yüksek binaların yapılmasını ve daha uzun açıklıkların geçilmesini olanaklı kılmış, yalın ve hafif kafes sistemler de bu gelişmeye katkıda bulunmuştur. Böylece, Empire State (A.B.D.) kadar yüksek yapıları (449 m) ortaya çıkarmak ve Québec demiryolu köprüsü gibi (549 m) uzun açıklıkları geçmek olanağı bulunmuştur. Bu koşullarda kafes sistemler, öğelerin hafif olması, şantiye yerine hazır halde getirilmeleri ve cıvata, perçin ya da kaynakla kolayca birleştirilebilmeleri gibi özellikleri nedeniyle, son derece elverişlidirler. Kafes sistem prefabrikasyona çok uygundur. Günümüzde evlerin ahşap çatı kirişleri, kren kolları, elektrik şebeke direkleri, demiryolu sinyal direkleri, uzay kafes çatıları ile fabrika ve depo binalarının kafesleri gibi çok sayıda alanda, kafes sistemlerden yararlanılır.

KAĞIT PARA OTOMATLARI

Madeni para ile çalışan otomatik satış makinaları kısa sürede yaygınlaşmıştır. Ama, sahtelerini ayırt etme güçlüğü nedeniyle, kağıt para otomatlarının geliştirilmesi zaman almıştır. Bu tür makinalar günümüzde, bazı benzin şirketlerinin satış istasyonlarında kullanılmaktadır. Kuzey Amerika'da ve Avrupa'da demiryolu ile havayolu şebekelerine, yavaş yavaş kağıt parayla çalışan bilet otomatları yerleştirilmektedir. Bazı eğlence yerlerinde de kağıt para alıp, madeni para veren makinalar kurulmaktadır.

Kağıt para otomatlarında sahte paralar, paranın yüzeyinden yansıyan ya da içinden geçen ışık miktarının ölçülmesiyle saptanır. Mekanizma, temelde, kağıt paranın yüzeyine çok kısa bir süre ışık gönderen bir ışık kaynağından oluşur. Işığın bir bölümü kağıt tarafından soğurulur. Paradan geçen ya da yansıyan ışık da, ışığa duyarlı bir öğe tarafından alınır. Işığın şiddetine bağlı olarak öğe, güçlü ya da zayıf bir elektrik sinyali üretir. Bu sinyal yükseltilir ve bir kağıt para örneğinden gelen sinyalle karşılaştırılır. Karşılaştırılan sinyaller aynıysa, makina kağıt parayı alır. Önemli bir fark varsa almaz.

Kağıt para otomatlarında tek sorun, eski ya da kirli paraların sahte paralardan ayrılamamasıdır. Yalnızca yeni kağıt paradan oluşan örnekle aynı sinyalleri veren paraları alacak biçimde ayarlanmış olan makina, eski ya da kirli paralarla da çalışmaz. Kuşkusuz, tolerans sınırlarının geniş tutulmasıyla bu sakınca ortadan kaldırılabilir; ama bu durumda da, makinaya sahte paraların atılmasına karşı hiç bir önlem alınmamış olur.

Makinanın duyarlığı, kağıt paraya, birbirini izleyen iki ışın gönderilerek artırılabilir. Gücü ile rengi farklı olan iki ışın, ışığa duyarlı öğede değişik sinyaller üretirler. Bu sinyallerin birbirine oranı, makinanın belleğindeki oranla karşılaştırılır.

Son gelişmeler: Kalpazanlığın gün geçtikçe artması, bu makinaların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Kağıt paralarda da çeşitli güvenlik önlemleri

Bir benzin istasyonunda kağıt para otomatı. Bu makina, sürücünün kağıt parasının buruşuk ya da kirli olması olasılığına karşı, madeni parayla da çalışacak biçimde yapılmıştır.

alınmaktadır. Sözgelimi birçok kağıt parada, kağıdın yapılma aşamasında konulan ve yalnızca ışığa tutulduğunda görülebilen bir su lekesi vardır. Ayrıca, para yapımında kullanılacak kağıda özel bir doku verilir ve içinden ince bir tel geçirilir.

Baskı aşamasındaysa, kağıt paranın deseni, kalpazanlığı önleme amacıyla, olabildiğince karmaşık biçimde düzenlenir. Kağıt paraların çoğunda portreler, çizgi resimler ve desenler bulunur. Birbirine çok yakın çizilmiş sayısız çizgiden en az birinin, sahte para yapımında gözden kaçırılması doğaldır. Para basımında bazen, harfler arasındaki aralıklar da değiştirilir. Kağıt paralarda kullanılan harf karakterleri, piyasada satılmaz. Birçok ülkede, para üstüne yazılan yazılarda da değişik renkler kullanılarak, ek önlem alınır.

Ne var ki, gerekli zamanı, parasal olanağı ve kadroyu bulan kalpazanlar, bütün bu önlemlerin üstesinden gelebilir. Ama, Kanada hükümetinin geliştirdiği en son teknik, kalpazanlığı olanaksızlaştırmıştır. Kağıt paraların taklit edilmesini önleyen bu yöntemde, paranın içine yerleştirilen ince şerit, çinko sülfür ya da magnezyum flüorür gibi dielektrik maddelerden yapılmış tabakalardan oluşmaktadır. Tabakalar çok ince olduğundan birbirinden ayrılamaz.

Söz konusu tabakalarla çeşitli düzenlemeler yapılarak, farklı renk ve desende ışık kırılması elde edilir. Sözgelimi, çinko sülfür ve magnezyum flüorür tabakalarından geçen ışık, geliş açısına göre, kırmızıdan sarıya ve maviye kadar değişen renklere ayrılır. Kalpazan, bir optik uzmanı bile olsa, belirli bir şerit için doğru tabaka bileşimini bulması aşağı yukarı olanaksızdır. Şeritler, para sayılırken görülebilmeleri için, genellikle paraların uçlarına yakın yerlere yerleştirilirler. Kağıt para otomatları da aynı ilkeye göre düzenlenebilir.

KAĞIT ÜRETİMİ

5 000 yılı aşkın bir süre önce Mısırlılar (ve daha sonra Yunanlılar ile Romalılar), yazı yazmak için, bir saz türü olan papirüsten yararlandılar. Gene aynı amaçla kullanılan hayvan derileri (parşömen) ise, eski Mısırlılarca biliniyor ve özellikle Romalılar tarafından kalıcı kayıtlar için kullanılıyordu. Papirüs yapımında, sazların yan yana dizilmesiyle oluşan tabakalar, birbirinin üstüne yerleştirilir ve preslenip kurutulurdu. PARŞÖMEN yapımıysa, DERİ ÜRETİMİ'ne benzer. Hayvan derileri, kıllardan arındırılıp işlenir. Bu eski süreçlerin hiç biri, ana maddelerin yapısını değiştirmez.

Bitki liflerinden yapılmış ilk gerçek kağıt, 2 000 yıl önce Çin'de ortaya çıkmıştır. Çinliler, eski balık ağlarını, paçavraları, bitki artıklarını toplayıp iyice kaynatır ve büyük miktarda suyla karıştırarak *kağıt hamuru* elde ederlerdi. Bu hamurun içine bir elek daldırılıp, yatay olarak çıkarılırdı. Su, deliklerden süzülerek atılır, kağıt hamuru da eleğin üstünde kalırdı. Daha sonra, bu tabakanın kurutulup presten geçirilmesiyle, kağıt elde edilirdi. Papirüs ile kağıt arasındaki temel fark, kağıdı oluşturan maddelerin, lif yapısına indirgenip yeniden düzenlenmesidir.

Kağıt makinasının ıslak ucu. (altta) Kağıt hamuru, plastik ya da tel ızgaralı yürüyen banda akıtılır. Burada kağıt hamuru, liflerin düzgün olarak dizilebilmesi için enlemesine silkelenir. Vakum yardımıyla su alttan emilir. Daha sonra keçeye alınıp, merdanelerden geçirilerek, suyun fazlası sıkılarak atılır.

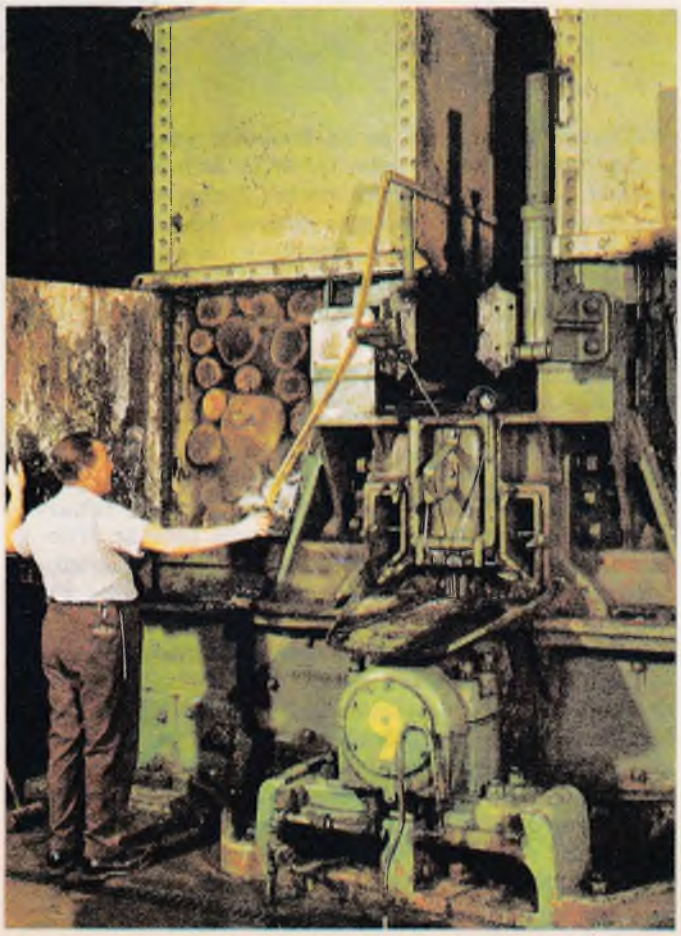
Kağıt üretme tekniği, Çinli kağıt yapımcılarının Araplar tarafından tutsak alınmasıyla önce bu bölgeye, oradan da Ortaçağ'ın sonlarında Avrupa'ya yayılmıştır. Kâğıt, okur-yazarlığı artırmış, bu gelişme de, daha çok kağıt üretilmesine yolaçmıştır. XX. yüzyılda kağıt üretiminde yeni buluşlar yapılmış, ama temel ilkeler değişmemiştir.

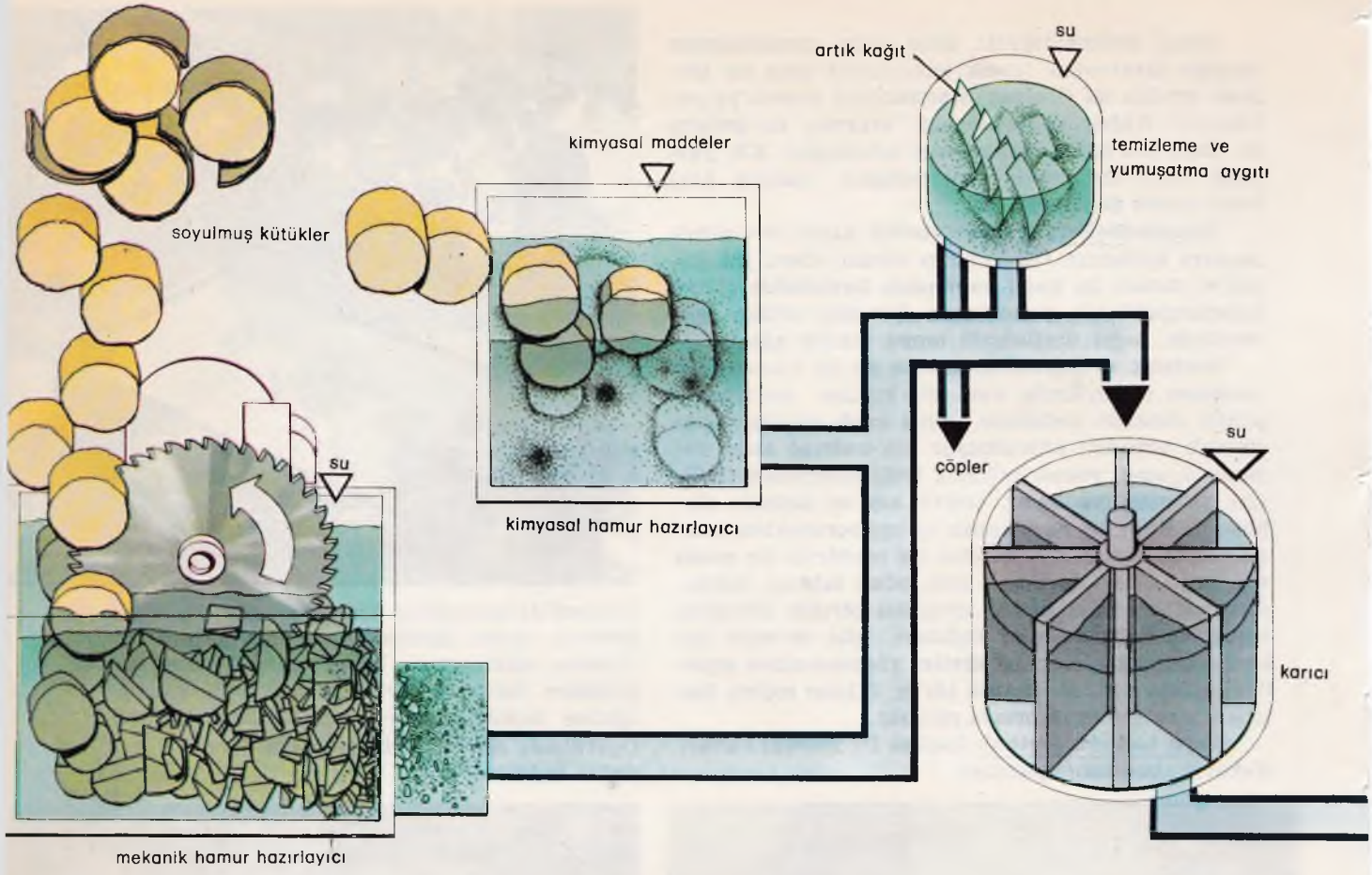
Hammaddeler: Yüksek nitelikli kağıt üretiminde paçavra kullanılır. Öte yandan tohum lifleri, jüt, keten ve saman da, kağıt yapımında hammadde olarak yararlanılabilecek maddelerdir. Bununla birlikte, günümüzde, kağıt üretiminde temel madde ağaçtır.

Sentetik ve hayvansal liflerin de bu alanda kullanılması düşünülmüş, ama söz konusu maddelerin, pahalı olmaları nedeniyle, geniş çaplı uygulamalara elverişli olmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle kağıt yapımında, aşağı yukarı yalnızca bitki liflerinden (selüloz) yararlanılmaktadır. Çeşitli boy ve biçimde olabilen bu lifler, iki yanı kapalı içi boş borucuklara benzer. Lifler, «*odun özü*» denilen bir maddeyle bir arada tutulur. Liflerin ayrılması için, odun özünün kimyasal işlemler ve yıkamayla ayrılması gerekir. *Kurutma kağıdı* ve *yağlı ambalaj kağıtları* gibi örnekler göz önüne alındığında, kağıt üretim yöntemlerinin çeşitliliği açıkça görülür. Değişik türler, liflerin seçimi, hazırlanışı ve işlenişiyle ortaya çıkarılır.

Kağıt hamuru üretimi: Başlıca iki yöntem vardır: *Mekanik; kimyasal* (pişirme).

Tayland'da geleneksel yöntemle kağıt yapımı. (üstte) Resimde eleğin, çözeltiden çıkarılışı görülmektedir. Öğütme makinasında budanmış, kabukları alınmış kütükler. (altta solda) Kütükler, suyla yıkanan öğütme taşları üstüne kendi ağırlıklarıyla düşerler. Öğütülmüş ağacın pişiriciye aktarılması. (altta sağda)





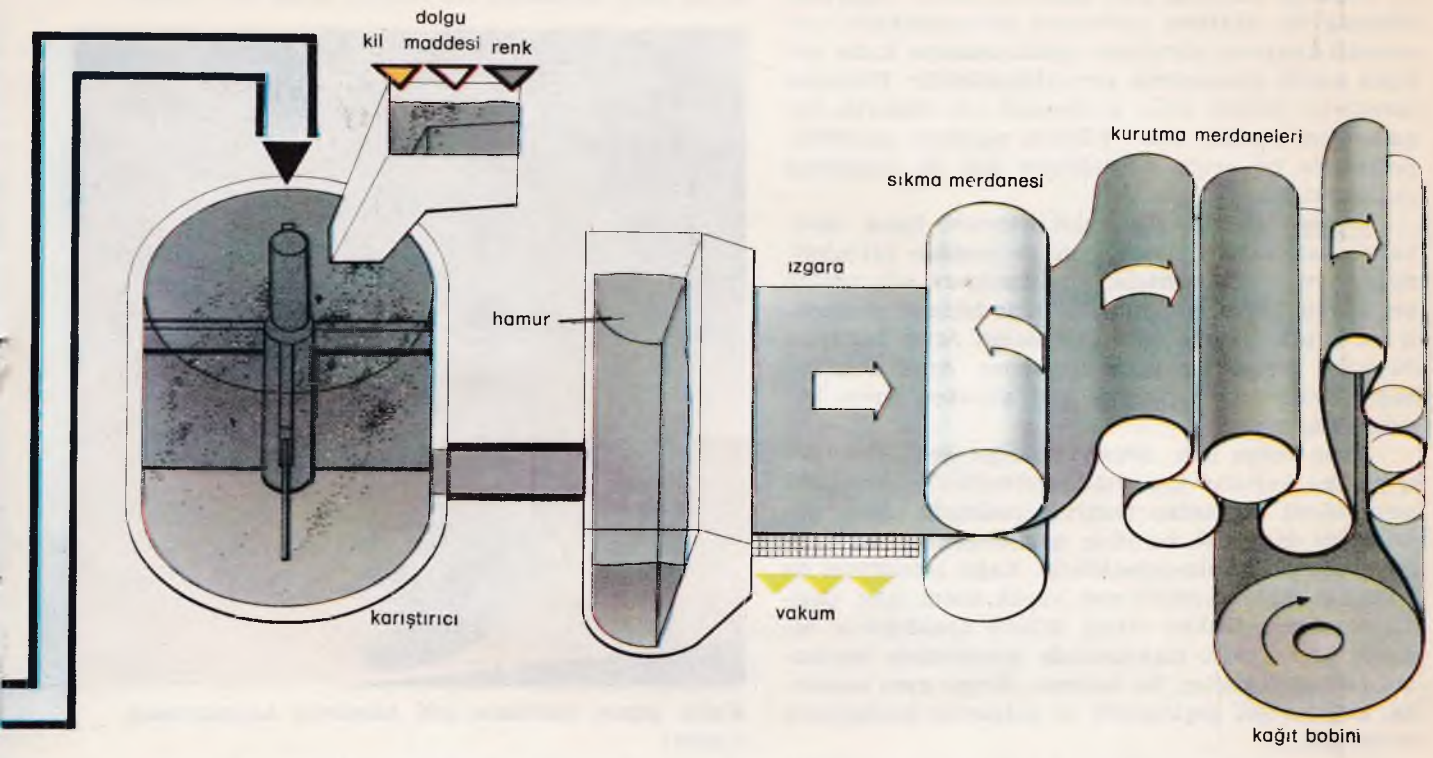
Kütükler, ya mekanik ya da kimyasal yöntemle kağıt hamuru haline getirilir. Artık kağıtlar da, bu alanda yaygın biçimde kullanılır. Karışımın mekanik yoldan işlenmesiyle liflerin istenen uzunlukta olması sağlanır. Gerekli katkı maddelerinin eklenmesinden sonra, hamur, ızgara üstüne alınır. Tabaka haline gelen hamur, bir dizi merdaneyle sıkılıp kurutulur.

Mekanik hamur hazırlama yöntemi, yaprağını dökmeyen ağaçlar için uygulanır. Bu yöntemde, arı hamurdan çok, yüksek verim amaçlanır. Sonuçta, gazete kağıdı gibi oldukça dayanıksız, ama ucuz bir kağıt elde edilir. Ağaçlar kesilir. Kütüklerin kabukları soyulur. Bir öğütücüyle ufalanır. Lifler, suyla yıkanarak alınır. Öğütücüye verilen su miktarı azaltılırsa, sıcaklık artar ve daha uzun lifler elde edilir. Genellikle, kısa lifler daha iyi sonuç verir. Kağıt hamuru birçok kez elekten geçirilir ve büyük parçalar yeniden işleme sokulur. Fazla su, hamur hemen işleme girecekse *değiştirici*yle, başka bir yere taşınacaksa yalın bir makinada alınır. Sonuçta, % 10 oranında nemli *(kuru)* ya da % 45 oranında nemli (*ıslak* ya da *nemli*) hamur elde edilir. 100 ton kuru kütük, 90 tonu aşkın kuru hamur verir. Ama lifler çok sağlam değildir. Kullanılmadan önce mekanik hamur, % 15 - 50 dolayında kimyasal hamurla karıştırılır.

Kimyasal yöntem ya da pişirme yöntemi, istenmeyen maddelerin daha çoğunu uzaklaştırır. Sonuç olarak, daha az miktarda, ama daha yüksek nitelikli ürün elde edilir. Pişirme yöntemleri genellikle iki gruba ayrılır: *Asit şerbeti; alkali şerbeti.*

Asit şerbeti süreci, çoğunlukla Kuzey Amerika'da, ticari önemi büyük olan ladin ağacı için uygulanır. Şerbet temelde, serbest kükürt dioksit gazı içeren bisülfit asidinden oluşur. Bu sıvı, altından SO_2 gazı gönderilen kireç taşlı kulelerden su akıtılmasıyla elde edilir. Son derecede aşındırıcıdır. Bu nedenle tesisler, aside dayanıklı malzemelerden yapılır. Kütükler parçalanıp elenir. 0,5-2 cm boyutundaki parçalar, buharla ısıtılmış pişirme kazanında basınçla pişirilir. Nitelik, ağaç parçalarının büyüklüğünün, şerbet derişikliğinin, basıncın (52-76 bar) ve pişirme süresinin (7-12 saat) denetlenmesiyle belirlenir. Kullanılmayan SO_2 ile ısının bir bölümü yeniden kullanılabilir. Ama kullanılmış şerbet, sorun yaratır. Bir bölümünün deri üretiminde sepileme (tabaklama) maddesi olarak kullanılmasına, bir bölümünün de yollara, toz kalkmasını önleyici olarak serpilmesine karşılık, geri kalanının çevre kirliliğine yolaçmadan yok edilmesi önemli bir sorun oluşturur.

Alkali şerbet süreci, asitli yönteme benzer; ama pişirme maddeleri asitli olmadığından, çevre kirliliği



sorunu çıkarmaz. Alkali şerbet, otlar, paçavralar, yaprağını döken ağaçlar ve çam gibi (alkali reçineyi çözdüğü için) yaprağını dökmeyen, yüksek oranda reçineli ağaçlar içindir. Ağaç kütüğü, asitli pişirmedeki gibi hazırlanır. Öteki maddeler de, kendi özelliklerine göre işlemlerden geçirilir: Sözgelimi, paçavralar sınıflandırılır; saman kıyılıp, siklonlu ayırıcılarda tozdan arındırılır.

Soda sürecinde, kostik soda (sodyum hidroksit) kullanılır. Soda miktarı, pişirme süresi ve basınç, pişirilen maddelere göre değişir. Hammadde olarak ağacın kullanıldığı durumlarda, sodanın % 85'i artık şerbetten geri kazanılabilir. Öteki maddelerde, geri kazanma oranı çok düşüktür. *Kraft* ya da *sülfat* süreci, daha kuvvetli lif verir. «Kraft», kuvvetli anlamında almanca bir sözcüktür. Pişiriciye sodyum sülfat eklenir. Bunun pişirme sürecine katkısı olmaz; ama geri kazanma işleminde, yakma sırasında sodyum bisülfite dönüşür. Sodyum bisülfit pişiriciye katıldığında, kendiliğinden sodyum hidroksite dönüşür. Sodyum hidroksit hem pişirmeye yardımcı olur, hem de sağlamlığı korur. Süreç, istenmeyen kokular verebilir. Bu yüzden, kent yakınlarında kullanılmaz. Artık şerbette köpük oluşur. Bu reçineli sıvıya İsveç dilinden gelen «*tallol*» adı verilir. Tallol, sabun ve yağlayıcıların eldesinde kullanılır. *Sodyum monosülfit süreci* («*yansız sülfit süreci*» de denir), en yeni pişirme yöntemlerinden biridir. Kükürt dioksit ve sodyum hidroksit temeline dayanır. Kağıt yapımına uygun olmayan sert ağaçlar için uygun bir işlemdir. Geri kazanma işlemiyse, henüz araştırma aşamasındadır.

Sürekli pişirme yöntemi de, geliştirilmekte olan bir başka süreçtir. Burada, basınç gerektirmeyen mekanik ve kimyasal yöntemler bir arada kullanılır. Sözgelimi, saman, pervaneli bir kapta, sıcak soda çözeltisiyle işleme sokulur. Böylece, ambalaj kağıdı yapımına uygun bir saman hamuru elde edilir.

Hamurun hazırlanması: Pişirmeden sonra hamur yıkanır ve genellikle ağartılır. Yıkama, yabancı maddelerin giderilmesi için gereklidir. Bazı hamurlar pişiricideyken yıkanabilir. İlk yıkama bazı durumlarda, yeniden kazanılabilen, derişik bir şerbet verir. İkinci yıkamadan ise, son grubun ilk yıkanması için kullanılabilen daha zayıf bir şerbet elde edilir.

Yabancı maddeleri uzaklaştırmak için, hem düz tablalı, hem de yuvarlak tablalı elekler kullanılır. Günümüzde merkezkaç ve girdaplı temizleyiciler, eleklerin yerini almaktadır. Girdaplı temizleyicide hamur, hızla döndürülüp üst kenardan dışarı alınırken, daha ağır olan yabancı maddeler dibe çökerler. Çok kullanılan bir merkezkaç makina da, *döner vakum filtre*dir (Bk. SÜZME VE AYIRMA). Söz konusu makina, bir fıçı içinde dönen bir tek tamburdan oluşur. Emme sonucu bir tabaka hamur, tamburun üstüne çıkar

ve şerbet dışarı atılır. Hamur daha sonra, sıcak su fıskiyeleriyle yıkanır ve neşterle tamburdan kazınarak alınır.

Bu işlemlerden sonra, istenirse, hamurun türüne ve kullanım amacına göre ağartma yapılır. Ağartma, yalnızca bir ağartma şerbetinin eklenmesinden, çok aşamalı kimyasal işlemlerin uygulanmasına kadar değişen çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Kimyasal işlemlerin, liflerin zarar görmemesi için dikkatle uygulanması gerekir. Son yıllarda ağartma işleminin, pişirmeyle bir arada yürütülmesi için de çalışmalar yapılmaktadır.

Dövme: Çoğunlukla, kağıt hamuru, kağıt fabrikasına tabakalar halinde gelir ve yeniden parçalanması gerekir. Bu amaçla, «hidrapulper» adı verilen bir hamur karıcı kullanılır. Silindir biçimli, pervaneli bir kapta, hamur suda parçalanır. Artık kağıtlara da buna benzer bir işlem uygulanır. Artık kağıtlar, kağıt fiyatlarının artışıyla, gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

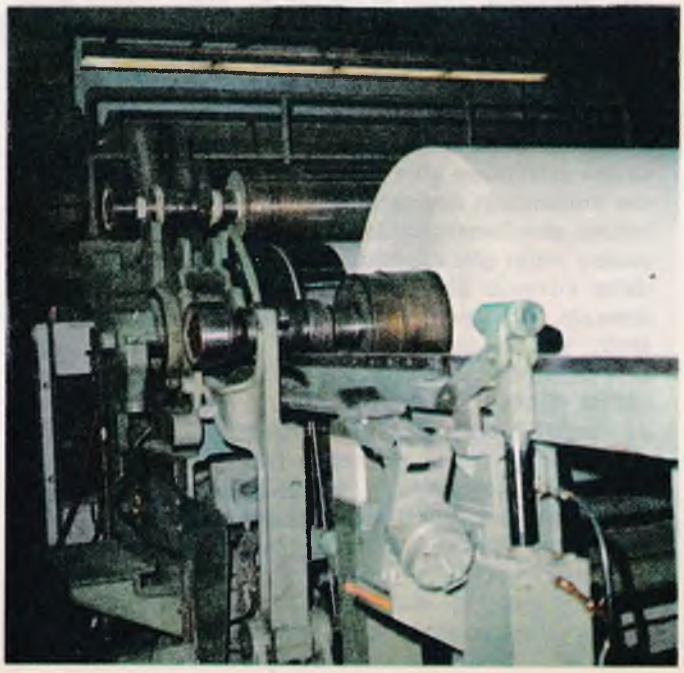
Daha sonra sıra, *dövme* işlemine gelir. Özellikle el yapımı kağıtlar için, hâlâ geleneksel makinalarla uzun süreli dövmeden yararlanılmaktadır. Ama, günümüzde daha çok, bu süreç için «*inceltici*» adı verilen makinalar kullanılmaktadır. Kağıt niteliğinin bu işlemden sonra denetlenmesi büyük önem taşır. Çünkü dövmenin fiziksel etkisi, liflerin uzunluğunu, esnekliğini ve kağıt makinasında birbirleriyle bağlanma özelliğini etkiler. Bu nedenle, dövme aynı zamanda, kağıdın ışık geçirmezlik ve sağlamlık özelliklerini de belirler.

En çok kullanılan dövme makinası türü, XVIII. yüzyılda Hollanda'da geliştirilmiş «*Hollander*» adlı makinadır. Hollander, merkezinde boydan boya uzanan alçak bir bölme bulunan, oval bir kaptır. Kağıt hamuru, bu bölme çevresinde döner. Bölmenin bir yanında yeralan mile, dövme merdanesi monte edilmiştir. Dövme merdanesinin ağırlığı 10 tonu bulabilir. Kabın kapasitesiyse, 90 kg paçavradan 1,5 ton ağaç hamuruna kadar değişir. Merdane çevresinde, mile paralel çubuklar vardır. Kağıt hamuru, kabın tabanındaki hareketsiz çubuklar ile merdane arasında öğütülür. Merdane ve hareketsiz çubukların arasındaki küçük açıklık ayarlanabilir.

Gazete kağıdı yapımında dövücünün yerini alan inceltici ise, benzer bir yuvada dönen, koni biçimli bir dövücüdür. Bu dövücüde de ayarlanabilen açıklıklı çubuklar bulunur. İncelticideki çubuklar, saniyede 15 metre hızla hareket ederler. Kağıt hamuru, inceltici den yalnızca bir kez geçirilir. Daha fazla dövme hacmi istendiğinde, seri bağlı inceltici ler kullanılır. Ayrıca, biri dönen, ötekiler de hareketsiz olan disklerden oluşan *diskli* inceltici ler de vardır.

Dövme sırasında hamura, çeşitli boya ve dolgu maddeleri katılabilir. Dolgu maddeleri, istenen yoğunluğu verme amacıyla eklenir. Bunlar aynı zamanda kağıdı, boyutları açısından dengeli hale getirmeye ve iyi bir son görünüş verilmesine de yarar. Dolgu maddeleri çoğunlukla kil, titan dioksit ve tebeşir gibi beyaz maddelerdir. Sözgelimi, düzenli yanması için sigara kağıdına, tebeşir tozu eklenir. Reçineler, kağıdın suya karşı direnç kazanmasını (su geçirmezlik değil) sağlar. Reçineli kağıtlara, su tabanlı mürekkeplerle yazı yazılabilir. Baskı mürekkepleri, petrol ya da alkol tabanlıdır. Bu yüzden, basım için kullanı-

Kağıt yapım makinası için hamurun hazırlanması. (üstte)
Kesintisiz süreçle kağıt yapım makinasının kurutucu bölümü. (altta) Kurutma bölümünden ve perdahlama merdanelerinden geçen kağıdın, nemi ve statik elektriği ayarlanmaktadır. Kağıt, bobine sarılırken kesilir. Başka bir seçenek de kağıt kesme makinasına alınıp, tabaka haline getirilmesidir.



lan kağıtların reçinelenmesine gerek yoktur. Ama bütünüyle reçinelenmemiş kağıt pek üretilmez. Ambalaj kağıtları üstüne de (genellikle LİTOGRAFİ yöntemiyle) yazı yazılabileceğinden, bunlara da suya karşı direnç kazandırılması gerekir.

Kağıt makinaları: Kağıt yapımı kesintisiz bir süreçtir. En çok kullanılan makina, «*Fourdrinier*»dir. Adını, 1803'te Hertfordshire'da bu makinayı ilk kez yapan iki kırtasiyeci kardeşten almıştır. Fourdrinier makinasında kağıda, keçe parçaları üstünde biçim verilir. Son işlemler elle yapılır. Modern makinalardaysa süreç, seyreltik hamurla başlar, kurutma ucundaki kağıt bobinlerde biter. Katkı maddeleri (dolgu maddeleri, vb.), dövme yerine makinanın giriş bölümünde de hamura karıştırılabilir.

Hamur, tel ya da plastik ızgaradan oluşan sonsuz bant üstüne verilir. Hamur, ızgaraya verildiği ilk noktada yandan silkelenir. Bu hareket, lif ağının dizilişini düzenler. Izgaranın deliklerinden su akmaya başlar ve hamur, liflerin kapanmasıyla sık bir ağ haline gelir. Izgaranın altına yerleştirilmiş vakum kasalarıyla, kalan su emilir. Bu noktada, aynı zamanda, tel kaplı hafif bir merdane, hamur tabakasına üstten hafifçe bastırır. İstenirse, merdane üstündeki tele verilen özel biçimle, kağıda yapımcının *filigranı* da çıkarılabilir.

Kağıt, ızgaradan bir çift merdane (ya da son model makinalarda tek bir emici merdane) yardımıyla ayrılır. Bu noktaya kadar ayrılan su, lif ve kimyasal maddeler bakımından zengindir. Bunların büyük bir bölümü yeniden kullanılır. Keçe üstüne alınan kağıt, merdaneler arasında sıkılır.

Kağıttaki su içeriği artık % 65'e kadar düşmüştür. Kağıt, makinanın kuru yanına geçer ve buharla ısıtılmış bir dizi demir merdaneyle, nem oranı yaklaşık %3-4'e indirilir. Bu aşamada kağıt, perdahlama merdanelerine aktarılır. Pürüzsüz demirden yapılmış olan perdahlama merdaneleri, kağıt yüzeyini parlatır. Son işlem, kağıdın nem içeriğinin ayarlanması ve statik elektriğinin azaltılmasıdır. Bundan sonra kağıt, büyük bobinlere sarılır.

Bobin halinde kullanılacak kağıt boyuna kesilir. Ötekiler, genellikle formalar halinde hazırlanır. Daha düzgün ve temiz kenarlı olması icin bazı kağıtlar, ayarlı giyotine gönderilir. Tabaka haline getirilmiş kağıtlar denetimden geçirilir. Bozuk ya da yırtık olanların ayrılmasından sonra, sayılarak paketlenir. Günümüzde bu işlem, genellikle kesme sırasında elektronik olarak yapılmaktadır.

Öteki makinalar: MG (Machine Glazed) makinası, bir yüzü cilalı ve pürüzsüz, öteki yüzü pürüzlü bir kağıt üretir. Bu kağıt, afiş, ilan, ambalaj kağıdı, kağıt torba ve kesekağıdı yapımı için kullanılır. Cila, büyük kurutma merdaneleri tarafından yapılır. Kağıt, merdanenin yüzüne baskı rulosuyla yapıştırılır ve metalin cilalı yüzüne değen yüzey parlaklık kazanır.

Ambalaj ve benzeri işlerde kullanılan mukavvalar, farklı bir tabaka oluşum yöntemiyle *kalıp merdane* makinasında yapılır. Tel kaplı merdane, seyreltik hamurda döner. Su, silindirin içinden süzülür; keçeye gönderilen lif tabakası silindir yüzeyinde kalır. Süreç, ince bir tabaka verir. Kalın mukavva üretimi için, birkaç baskı merdanesi seri halde yerleştirilir. Böylece, keçenin altında çok katlı yapı oluşturulur. Bu tür makinanın en önemli özelliği, mukavvanın orta tabakalarının, artık kağıt gibi daha ucuz maddelerden yapılabilmesidir.

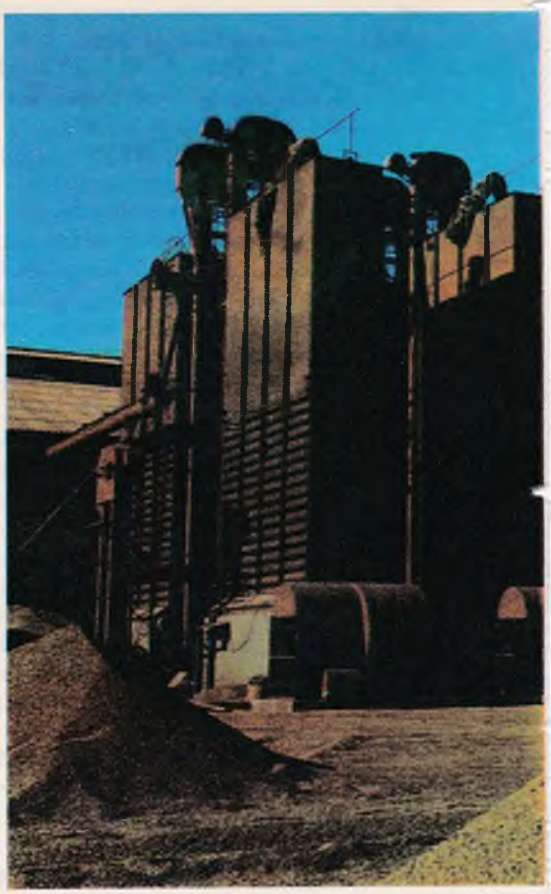
KAHVE ÜRETİMİ

Kahve meyvesinin uyarıcı etkisi, ilk kez III. yüzyılda, Habeşistan'da keşfedilmiştir. Ama, kavrulmuş çekirdek kahveyi bir tür içecek yapımında ilk kullanan, Araplar olmuştur (XIII. yüzyıl). Bu alışkanlık önce Ortadoğu'ya, oradan da zamanla Avrupa'ya yayılmıştır.

Kahve bitkisi, 450 - 1 800 metre yükseklikte, sıcak ve kuru iklimli yerlerde yetişir. XVII. yüzyıla kadar kahve yetiştiren tek bölge Arabistan'dı; ama XVII. ve XVIII. yüzyılda Avrupa'da kahvehanelerin yaygınlaşmasıyla, kahve bitkisi, Avrupa ülkelerinin Hindistan ve Amerika'daki sömürgelerinde de yetiştirilmeye başlandı. Günümüzde kahve, Yengeç ve Oğlak dönenceleri arasındaki bölgelerde başarıyla yetiştirilmektedir; başlıca üreticiler Brezilya, Kolombiya, Fildişi Kıyısı, Kenya ve Hindistan'dır.

Kahve, ortalama 6 m boyunda, yaprağını dökmeyen bir ağaçtır. Ticari amaçla yetiştirilirken, dalların

Sudan'da, kahve tanelerinin kurutma işlemi sırasında karıştırılması. (altta) Kurutma, iki ya da üç hafta sürer.



Güney Brezilya'da kahve meyvesi toplayan bir kız. (üstte solda) Bir kişi bir günde yaklaşık 45 kg kahve toplayabilir.

El Salvador'da açık havada kurutulan kahve çekirdekleri. (üstte ortada) Kurutma, geride görülen kurutma makinalarıyla da gerçekleştirilebilir.

Bremen'deki (Batı Almanya) bir fabrikada, tadı ve kokuyu bozabilecek küflü tohumların ayıklanması. (üstte sağda)

iyi beslenmesi ve ürünün kolay toplanabilmesi için, 2 ya da 3 m boyunda budanır.

Başlıca iki türü yetiştirilir: *Arabica; robusta. Robusta*, tat bakımından, *arabica*dan niteliksizdir. Kahve, uyarıcı etkisini, çekirdeğinde bulunan «*kafein*» adlı organik bileşikten alır.

Olgun kahve meyvesi, kirazı andırır. İçinde iki sarı çekirdek (tane) bulunur. Çekirdeklerin dış yüzleri yuvarlak, birbirine bakan iç yüzleriyse düzdür. Çekirdeklerin çevresi, gümüş renkli sertçe bir kabukla kaplıdır. Ürün toplandıktan sonra, çekirdekler, «yaş» ya da «kuru» diye adlandırılan yöntemlerle işlenir.

Çekirdeklerin işlenmesi: Genellikle suyun az olduğu ülkelerde yaygın olan «kuru» yöntemde, çekirdekler, ya bir yapay kaynaktan sağlanan ısıyla ya da toprağın üstüne yayılarak güneşte, kurutulurlar. Kurutma sırasında çekirdeklerin sık sık karıştırılması gerekir. Kurutmadan sonra bir makinayla, çekirdek, kabuğundan ayrılır.

«Yaş» yöntemde, önce meyvenin etli bölümü bir makinada çekirdeklerden ayrılır. Ardından, 72 saat kadar suda bırakılarak üstlerindeki meyve kalıntıları temizlenir. Çekirdekler sudan alındıktan sonra, kabuklar iyice temizleninceye kadar yıkanır. Çekirdekler kurutulur ve kalan kabuklar, özel bir değirmende çıkarılır. Gerek yaş, gerek kuru yöntemle işlenmiş çekirdeğe, genellikle «yeşil kahve» denir.

İçindeki kafeinin uyarıcı etkisi giderilmiş kahve de elde edilmektedir. Bunun için, yeşil çekirdekler buhara tutulur ve kloroform gibi bir çözeltiyle, kafein çözülür. Taneler, çözelti artıklarından arındırılma amacıyla yeniden buhara tutulduktan sonra kurutulur. Kafeini alınmış kahvenin tadı, kavrulduktan sonra, normal kahveye benzer.

Çekirdeğin işlenmesi tamamlanınca kahve, niteliğine göre ayrılarak dünya pazarlarında satışa sunulur. «Yeşil kahve» ya doğrudan doğruya üretici ülkeden ya da bir aracıdan alınır. Çekirdeğin tadı, kahvenin türüne, yetiştirilme koşullarına, kurutma yöntemlerine ve başka etmenlere bağlıdır. Bu yüzden kahve alıcıları, çekirdek seçiminde ayrıntılı bilgi edinmek isterler.

Uluslararası kahve ticareti, doğal, siyasal ve ekonomik etmenlerden etkilenir. Sözgelimi, 1953-1954 yıllarındaki bozuk ürün, büyük fiyat artışlarına, bu da yeni ekim alanlarının oluşturulmasına yolaçmıştır. 1950'lerin sonlarına doğru yeni alanlardan elde edilen ürünler pazara sürülünce de, arz talebi aşmıştır. Bunun üstüne, kahve ticaretini dengede tutabilme amacıyla, 1962 yılında bir Uluslararası Kahve Anlaşması imzalanmış ve Uluslararası Kahve Birliği kurulmuştur.

Kavurma: Çekirdekler, harman yapıldıktan sonra kavrulur. Kavurma işleminin zamanlaması önemlidir. Doğru zamanlama, gözenekli hücrelerin tat ve kokularını, kaynatma sırasında daha kolay salmalarını sağlar. Kavurma, dönen tamburlar içinde yapılır. Tamburlar genellikle gazla ısıtılır; ancak, kahve tanelerinin doğrudan ısı kaynağıyla karşı karşıya gelmesinden kaçınılır. Daha sonra çekirdekler, daire biçiminde, geniş ve delikli bir metal tepsiye serilerek, dönen metal kollarla karıştırılır. Hızlı soğutma, çekirdeklerin gözeneklerini kapatarak, kahvenin kokusunu yitirmemesini sağlar.

Çekirdeklerin, içecek haline getirilmeden önce çekilmesi gerekir. Çekme işlemi, tüketici tarafından da yapılabilmesine karşılık, genellikle satıcılarca yapılır. Bütünüyle işlenmiş kahvenin, tazeliğini koruyabilmesi için, havası alınmış kavanozlarda ya da teneke kutularda paketlenmesi yararlı olur.

KAKAO ÜRETİMİ

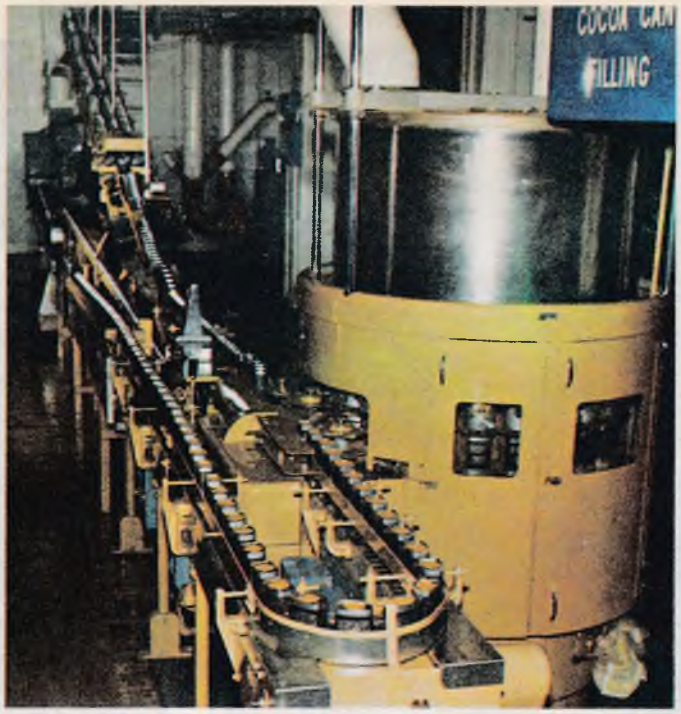
Anayurdunun Orta Amerika olduğu sanılan kakao, XVII. yüzyılda Avrupa'da bir tür içecek yapımında yaygın biçimde kullanılmaya başlandı. Ama bu içecek, kakao tanelerinin olduğu gibi öğütülmesinden elde edilen tozdan yapılır ve kakaoda yüksek oranda yağ bulunması nedeniyle, oldukça ağır olurdu. 1828 yılında Van Houten, kakao tohumlarından fazla yağı çıkarmaya yarayan bir yöntem geliştirerek, günümüzdeki kakao üretimine uzanan yolda ilk adımı attı.

Çekirdeklerin işlenmesi: Kakao, temelde, fazla yağı alınarak çok ince bir toz haline getirilen kakao tohumundan oluşur. Kakao tanelerinin hasattan hemen sonra mayalanması, dış kabukların ayıklanması ve kavrulması gerekir. Kavurma işleminin süresi, elde edilen kakaonun rengini ve tadını belirler. Bu hazırlık aşamalarından sonra kakao, başlıca üç yöntemle işlenir. Birinci yöntemde, çekirdekler, kahverengi akışkan bir kütle haline gelene kadar öğütülürler. Bu hale gelmelerinin nedeni, içlerinde bulunan kakao yağıdır. Daha sonra bu kütle, fazla yağdan arındırılmak için, presten geçirilir. Böylece elde edilen ürün, öğütülüp elenerek, kakao tozu haline getirilir.

İkinci yöntem, tohumların yumuşayıp nemlenince kadar alkali çözeltilerde ıslatılmasıyla başlar.

Küçük Antiller'in Grenada adasında yetişen, aşağı yukarı küçük bir kavun büyüklüğündeki kakao meyvesi. (üstte) Meyvenin etli bölümü içindeki kakao tohumları görülmektedir.

Gana'da (Afrika) mayalanmadan sonra kurumaya bırakılan kakao tohumları. (altta) Kuruma, yaklaşık bir hafta sürer. Kakao tohumlarının içerdikleri suyun % 60'dan çoğu, çuvallara konup sevk edilmelerinden önce çıkarılır.



Kakao kutularının yürüyen bantta doldurulması. (üstte)

Ardından taneler kurutulur ve birinci yöntemde anlatılan işlemlerden geçirilir. Çözeltinin alkalilik derecesine göre, kakaonun lezzeti ve rengi değişebilir; istenirse daha koyu bir renk alması da sağlanır.

Üçüncü yöntemdeyse tohumlar, ıslanmadan yumuşamalarını sağlayan buhar işleminden geçirilirler. Yumuşayan çekirdeklerden hem daha kolay, hem de daha büyük oranda yağ çıkarılabilir. Bu nedenle, bu yöntemle elde edilen kakaodaki yağ miktarı, öteki iki yöntemle elde edilenlerden oldukça düşüktür.

Üç yöntemde de son aşama, kakaonun öğütülmesidir. Yağ oranı düşük kakaolar çok sert olduğundan, önce iç içe dişleri olan kırıcılardan geçirilirler. Böylece elde edilen topaklar, tokmaklı bir değirmende öğütülürler. Son öğütme çok önemlidir; çünkü kakaonun niteliğini ve tadını, taneciklerin büyüklüğü belirler. Öğütme işi, biri çok hızlı dönen iki disk tarafından yapılır. Bu işlem sırasında sıcaklık 34°C'ın üstüne çıkarsa, kakao yağı erir ve kakao taneleri topaklaşır. Bu durumu önlemek için, öğütücüye sürekli soğuk hava akımı verilir.

Kakao çeşitleri: Kakao içecek olarak kullanılacaksa genellikle vanilya, tarçın, tuz ve bazen de başka toz baharatlarla harmanlanır. Bu maddeler, tanecikleri, kakaonunkilerle aynı büyüklükte olacak biçimde öğütülür.

İkinci Dünya savaşının sonuna kadar, Avrupa'da içilecek kakao, genellikle bu karışımdan hazırlanırdı. Yalnızca su ve şekerle pişirilebilen söz konusu karışım, ucuz, besleyici ve oldukça lezzetli bir içecek oluşturuyordu. Ne var ki, yeniden bolluğa kavuşan ülke-

Kavrulan kakao çekirdekleri. (üstte) Kavurma işlemi kakaonun tadını ve kokusunu artırdığı gibi, renginin de koyulaşmasına neden olur. Kavurma ısısı 135°C ile 175°C arasındadır.

lerde başka besin maddeleri önem kazanmaya başladıkça, kakaoya duyulan ilgi, hazırlanışının zor olması nedeniyle azaldı. Toz kakao sıcak sütte kolayca erimiyordu. Bu durum, içecek yapımı için üretilen kakaonun geliştirilmesine yolaçtı.

Toz kakaonun sütte kolayca erimesini sağlamak için, içine zararsız bir nemlendirici madde katılması gerekir. Eskiden bu amaçla kullanılmış olan soya lekitini, kakaoya az da olsa kötü bir tat vermekteydi. Çeşitli kuruluşlar bu durumu gidermeye çalıştılar. Bir İngiliz firması, kolza tohumu yağından, tatsız bir fosfolipit geliştirdi. Lekitinin eklenmesinde de çeşitli yöntemler denendi. En çok kullanılan yöntemlerden biri, toz kakaonun bulunduğu kaba lekitini, sıvı halde püskürtmektir. Böylece, her kakao taneciği lekitinle karşı karşıya gelir. Başka bir seçenek de, toz kakaonun pişirilip şekerle karıştırılmasıdır. Böylece, sıcak sütte kendiliğinden eriyen bir karışım elde edilmiş olur.

İçecek olarak kullanımının yanı sıra, kakao, çeşitli içkilerde, dondurmada, bisküvilerde ve özellikle pasta süslemeciliğinde yaygın biçimde tüketilir.

Kakao, içerdiği teobromin (% 2,2) ve kafein (% 0,1) alkoloidleri dolayısıyla hafif bir uyarıcıdır. Yoğunlaştırılmış kakaonun bileşimi aşağı yukarı şöyledir: % 40,3 karbonhidrat; % 22 yağlar; % 18, 1 proteinler; % 6,3 anorganik kül; küçük miktarlarda su ve lif. Kakaonun 454 gramında, 2 214 kalori vardır.

KALAY

Kalay, 232°C'ta eriyen, yumuşak, gümüş beyazı bir metaldir. Erime noktası, öteki metallerin çoğundan düşüktür. Kalay, BRONZ'un bileşenlerinden biri olması nedeniyle, İ.Ö. 3 000 yılından bu yana bilinmektedir. Korozyona karşı dirençli, zehirsiz, güzel görünümlü olan ve başka birçok metalle alaşım oluşturan bu elementin, günümüzde geniş bir uygulama alanı vardır. Birçok kimyasal bileşik oluşturan kalay, kimya endüstrisinde de geniş çapta kullanılmaktadır. Kalayın kimyasal simgesi, elementin latince adı olan «*stannum*»dan kısaltılan *Sn*'dir.

Birçok maddenin üretiminde ya da kullanımında önemli bir rol oynamasına karşılık, kalayın yılda 200 000 ton olan dünya tüketimi, öteki metallerin çoğundan daha azdır. Kalayın her tonuna karşılık, dünyada üç ton nikel, 17 ton kurşun, 22 ton çinko ve 32 ton bakır tüketilmektedir.

Filizleri ve üretimi: Dünyanın yalnızca birkaç

bölgesinde, ekonomik değer taşıyacak miktarda kalay bulunur. En büyük üretici ülkeler, önem sırasına göre, Malezya, Bolivya, Endonezya, Tayland, Avustralya, Nijerya ve Zaire'dir. Bu ülkeler, Batı'da kullanılan kalayın % 90'ını çıkarırlar. Kalay ayrıca, Brezilya'da, İngiltere'de, Güney Afrika'da, Arjantin'de, Çin'de ve S.S.C.B'nde çıkarılmaktadır.

Kalay filizlerinin en yaygın olanı, «*kasiterit*» adı verilen kalay dioksittir (SnO_2). Bu filizin kapsamı çok düşüktür. Kazılan bir ton topraktan, yalnızca 200 gram kasiterit çıkarıldığı olur. Bu yüzden, metali elde etmek için, eritilmeden önce filizin derişik hale getirilmesi gerekir. Hazırlanan madde, antrasit, kireç taşı, kum, cüruf ve öteki rafineri yan ürünleriyle birlikte, bir *yansımalı* fırında ısıtılır. Antrasit, bileşik halindeki oksijenle tepkimeye girerek, kasiteriti, kalay metaline indirgemesi amacıyla katılır (Bk. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME). Öteki maddeler fırına, yabancı maddelerin toplanmasını sağlayacak bir cüruf oluşturmak için verilir. Ana tepkime şöyle yazılır:

$$\underset{\text{kasiterit (kalay dioksit)}}{SnO_2} + \underset{\text{antrasit (karbon)}}{C} \longrightarrow \underset{\text{kalay}}{Sn} + \underset{\text{karbon dioksit}}{CO_2}$$

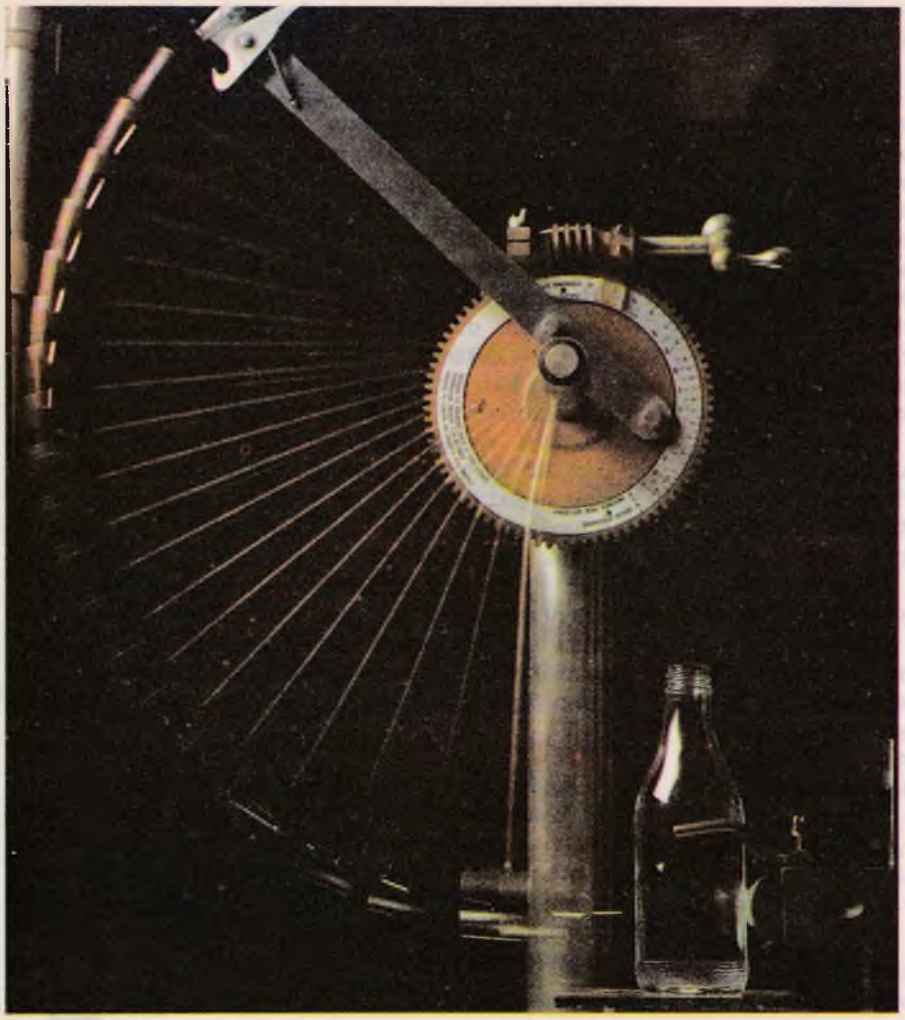
Belirli aralıklarla, erimiş metal ve cüruf fırından dışarı alınır, arı olmayan tomruklar halinde dökülür ve ikinci arılaştırma için gönderilir. Cüruf ise, toplanır ve yeniden işleme sokulur.

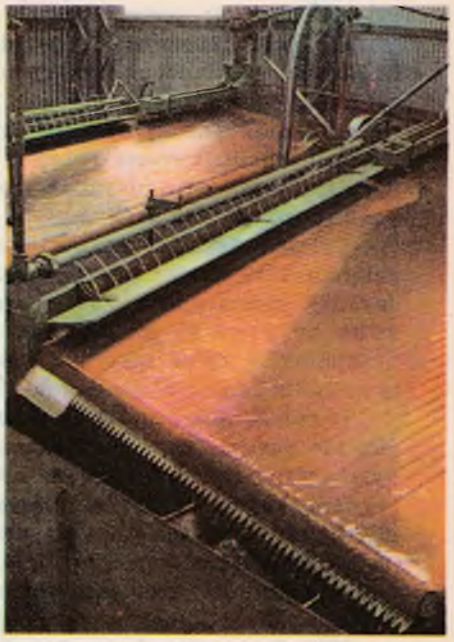
Kalay metali: Bir metal olarak kalay, öteki metallerle birlikte, ya koruyucu kaplama ya da bir alaşım olarak aşağı yukarı her zaman kullanılır. Çıkarılan kalayın % 40'ından çoğu TENEKE KUTU ÜRETİMİ'nde kullanılır. Bu endüstri dalının, tek başına en büyük kalay tüketicisi olduğu söylenebilir. Günümüzde teneke levha kaplaması, genellikle elektrolizle yapılmaktadır. Elektrolizle, 0,001 mm'den ince kaplamalar yapılabilmekte, böylece, kalay tüketiminin elden geldiğince düşük tutulması sağlanmaktadır. Bu ince kalay tabakası, gerekli korozyon direncini ve lehimlenebilirliği sağlamaya yetmektedir.

Kalay ve kurşunun (bazen üçüncü ve dördüncü bir metal de eklenir) düşük erime sıcaklıklı alaşımı olan LEHİMLEME alaşımları, kalayın en çok kullanıldığı ikinci alandır. Günümüzde % 92 kalay, % 6 antimon ve % 2 bakır içeren bir başka alaşım da kullanılmaktadır. Bilyalı yatakların tersine, yalın YATAKLAR'ın çoğunda kalay vardır. Oranlar, ağır endüstri mühendisliğinde kullanılan yüksek kalaylı «beyaz metaller»den, yüksek hızlı motorlarda kullanılan alüminyum-kalay ve bronz (bakır-kalay) alaşımlarına kadar değişir.

Kalayın ilgi çekici yeni uygulamaları arasında, % 0,1 kadar bir kalay oranının aşınmaya direnci ar-

Malezya'daki Penang kalay madeni. (altta) Ana filiz (kasiterit) yatakları, ya yüzeyde ya da yüzeye çok yakın yerlerdedir.





Kaba kalay filizinin, Batı Avustralya'daki bir madende, çökeltme yöntemiyle zenginleştirilmesi. (üstte) Bir oluklu tava üstünden akan su, filiz içindeki hafif ve ağır maddelerin ayrılmasını sağlar. Cam şişeler, kalay bileşikleriyle kaplanarak sağlamlaştırılır. (solda) Bu şişe 0,45 kiloluk bir ağırlığın yaklaşık 65 cm yükseklikten düşmesiyle ortaya çıkan bir darbeye dayanabilecek güçtedir.

tırdığı ve kolay işlenebilirlik verdiği DEMİR dökümü ile hem demirli, hem demirsiz birçok TOZ METALÜRJİSİ ürününde kalay tozu olarak kullanımı sayılabilir.

Kimyasal Bileşikleri: Kalayın iki farklı değerliği vardır: +2; +4. Bu değerliklere karşılık olan klorürleri, beyaz billursu bir madde olan kalay (II) klorür *($SnCl_2$)* ve havada dumanlanan bir sıvı olan kalay (IV) klorür'dür *($SnCl_4$)*. Söz konusu bileşiklerin ikisinde de, klorun değerliği — 1'dir.

Kalay oksitleri, seramik işlerinde, hem boya, hem de saydam olmayan sır olarak kullanılır. Ayrıca, elektrik DİRENÇ öğelerinin yapımında da kalay oksitlerinden yararlanılır. Hafif şişe ve kavanozların cam yüzeyleri, güçlendirme ve koruma amacıyla kalay bileşikleriyle kaplanır. Kalayın öteki bileşikleriyse, KATALİZÖR olarak, özellikle de üretan köpüklü, silisli kauçuklar gibi polimerlerin üretiminde kurutma maddesi olarak kullanım alanı bulur. Flüorür, diş macununun bileşimine sık sık kalay II flüorür *(SnF_2)* biçiminde katılmaktadır.

Polivinil klorür *(PVC)*, renk atma ve kırılganlığa karşı, organik bir kalay bileşiği (genellikle de bir dioktil kalay bileşiği) kullanılarak kararlı hale getirilir. Bir kalay atomunun üç karbon atomuna bağlı bulunduğu bileşiklerin, güçlü zehir olduğu anlaşılmış ve bu özellik, söz konusu maddelerin, zehirli boya olarak kullanımına yolaçmıştır. Çevre kirlenmesi açısından, organik kalay bileşikleri herhangi bir tehlike oluşturmaz; çünkü doğal koşullarda bu bileşikler, kalayın zehirli olmayan organik biçimlerine dönüşür.

KALDIRAÇ

En yalın makinalardan biri olan kaldıracın bulunması, ilkel toplumun gelişmesinde, tekerleğin bulunması kadar önemli olmuştur. İnsanın sınırlı gücüyle çok büyük ve ağır cisimleri kaldırabilmesini sağlayan kaldıraç olmasa, tonlarca ağırlıkta taşların kaldırılmasıyla yapılan piramitler (Bk. PİRAMİT YAPIMI) gibi eski yapılar, gerçekleştirilemezdi.

Kaldıraç, kuvveti, hareketi ve hızı büyüten bir araçtır.

Kuvvet: Yalın bir kaldıraç, *dayanak noktası* çevresinde hareket edebilen bir çubuktan oluşur. Kuv-

vet, çubuğun bir ucuna, özellikle de dayanak noktasından olabildiğince uzağa uygulanır. Yük, dayanak noktasına, uygulanacak kuvvetten daha yakınsa, kuvvet büyür.

«*Mekanik kazanç*» adı verilen kuvvetin büyüme derecesi, yükün kuvvete oranıdır. Bu, aynı zamanda, uygulanan kuvvetin dayanak noktasına uzaklığının, yükün aynı noktaya uzaklığına da oranıdır.

Öyleyse, dayanak noktasından 1 m uzaklığa uygulanan 1 kg'lık bir kuvvet, kaldıracın öteki ucuna, dayanak noktasından 0,5 m uzağa yerleştirilmiş 2 kg'lık bir yükü ya da dayanak noktasından 0,25 m uzaklıktaki 4 kg'lık bir yükü kaldırabilir. İlk örnekte mekanik kazanç 2, ikincisinde 4'tür.

Dayanak noktasından çok uzağa uygulanan küçük bir kuvvet, dayanak noktasının daha yakınına uygulanan büyük bir kuvvetle aynı *momenti* yaratır. Moment, kuvvet ile kuvvetin dayanak noktasına olan uzaklığının («kuvvet kolu» da denir) çarpımıdır. Yalın bir kaldıraçta dengenin sağlanabilmesi için, kuvvetin doğurduğu moment, yükünkiyle aynı, yükün kaldırılabilmesi içinse, ondan daha fazla olmalıdır.

Yük ile kuvvet, dayanak noktasının iki yanında yeralabileceği gibi, aynı yanda da bulunabilir. Sözgelimi, aynı nokta çevresinde, karşıt yönlerde hareket eden iki kaldıraç olarak düşünebileceğimiz makasta, yük ve kuvvet, dayanak noktasının karşılıklı yanlarında bulunur. Mekanik kazanç, dolayısıyle de kesme kuvveti, kesilecek şey dayanak noktasına ne kadar yakınsa, o kadar artar.

Öte yandan, bir fındık kıracağı, yük ve kuvvetin dayanağın aynı yanında etkidiği kaldıraca iyi bir örnektir. Fındığı en az kuvvetle (en büyük mekanik kazançla) kırmak için, fındık, dayanak noktasına olabildiğince yakın yerleştirilmelidir.

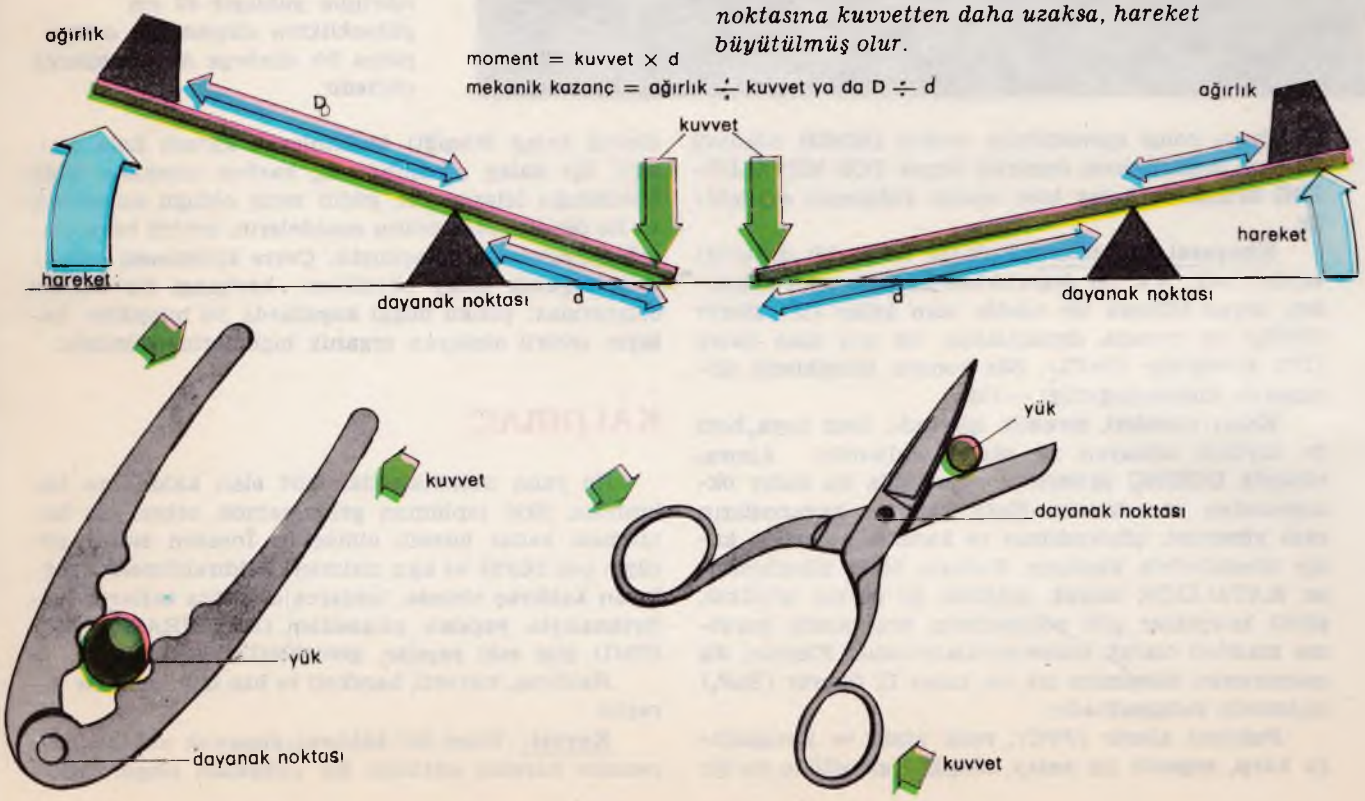
Hareket: Kaldıraçların kuvveti büyüttükleri sayısız uygulama vardır; ama başka bir önemli özellikleri de, hareketi büyütmektir. Dayanak noktasının tam ortada olduğu yalın bir kaldıraçta, sözgelimi tahteravallide, bir yan ne kadar hareket ederse, ikincisi de o kadar hareket eder. Dayanak noktası tam ortada değilse, iki uç farklı uzaklıklar aşar; uzaklıklar arasındaki oran, uçların dayanak noktasına olan uzaklıklarının birbirine oranıdır.

Sözgelimi, dayanak noktası kaldıracın boyunun üçte biri uzaklıktaysa, daha uzun kesimin ucu, kısa olandan iki kat fazla hareket eder. Böylece, kaldıraçtan yararlanılarak, küçük bir hareketle büyük bir hareket (ya da bunun tam tersi) elde edilebilir.

Hız: İki uç aynı süre içinde farklı uzaklıklar aştığından, uçların hızları da farklıdır. Hızların oranı, aşılan uzaklıkların birbirine oranına eşittir.

Birçok makinada kaldıraçlar kuvvet, hareket ya da hızın (çoğu zaman da bunlardan birkaçının birden) büyütülmesinde kullanılır. Sözgelimi, normal bir daktiloda tuşların göreli olarak kısa ve yavaş hareketi, harf kollarının hızlı hareketine dönüşür ve harf kollarının uçları, tuşların aştığının 8-10 katı yol alır.

Bir dayanak noktası çevresinde hareket eden bir çubuk, kaldıracın temel ilkesini sergiler. (altta) Yük dayanak noktasına ne kadar yakınsa, yükü kaldırmak için öbür uca uygulanması gereken kuvvet de o kadar büyük olur. Yük, dayanak noktasına kuvvetten daha uzaksa, hareket büyütülmüş olur.



KALIN VE İNCE FİLMLİ DEVRELER

Filmli devreler, yalıtkan bir taban üstüne, film halinde, çökeltmeyle kaplanan elektronik devrelerdir. Yalnızca filmden oluşan devreler, «*pasif*» diye adlandırılır. Bunlarda güç kaynağı ve yükseltici bulunmaz. Genellikle, iletken ve direnç öğelerinden ya da yalnızca iletkenden oluşan şebekeler halindedirler. Devre öğeleri, bir taban üstüne, iletken, direnç öğesi ve dielektrik özellikteki maddelerin ya da tabakaların kaplanmasıyla oluşturulmaktadır. Yükseltici, osilatör ve anahtar görevi yapan öğeler, ya yarıiletken ENTEGRE DEVRELER'in koruyucu örtüsü üstüne bir tabaka kaplamasıyla ya da cam ve seramik gibi bir taban üstüne kaplanan bir filmli devreye eklenen YARIİLETKEN öğeler ve entegre devrelerle elde edilirler. Bu tür filmli devrelere, «*karma* (hibrit) *devre*» adı verilir. Kalın filmli devreler için, koruyucu örtü üstüne kaplama yöntemi uygun değildir.

Filmli KONDANSATÖR'lerin paralel plakalı yapısı ve eldeki film malzemelerinin oldukça sınırlı dielektrik özellikleri, bunların, küçük sığa değerleri dışında uygulanamamasına ve pahalı olmasına yolaçar. Bu yüzden, kondansatör gerektiren uygulamaların çoğunda, seramik öğeler kullanılır. Yüksek nitelikli uygulamalarda, tantal öğeler çok iyi sonuç verir. Daha düşük değerli uygulamalarda, daldırma yöntemiyle yapılmış türler kullanılır. Büyük sığalara gerek duyulduğundaysa, bildiğimiz küçük boylu kondansatörlerden yararlanılır.

Sarmal biçimde yerleştirilen filmli selflerin kullanım değeri yoktur. Buna karşılık, film üstüne yapıştırılabilecek 100 mikrohenrilik minyatür selfler satılmaktadır.

Kalın filmli devreler 0,005 ile 0,05 mm kalınlıkta. ince filmli devrelerin kalınlığı ise, 10 ile 250 000 angström arasındadır (bunların çoğu 25 000 angströmden incedir).

Kalın filmli devreler: Kalın filmli devre teknolojisinde, mürekkep biçimindeki *sermet* (toz haline getirilmiş metal ile bir seramik maddenin alaşımı) malzemeyle, seramik üstüne şekiller yapılır ve fırınlanır. Mürekkepler, direnç, iletken, dielektrik gibi farklı özelliklere göre sınıflandırılır.

Devredeki iletken öğeleri oluşturmak için, iletken mürekkep kullanılır. Bunlar altın, gümüş ve platin tozları içerir. Ayrıca, bağlayıcı görev yapması için içine biraz camsı malzeme, gerekli ağdalılığı sağlamak için de organik reçine ve çözücüler eklenir. Direnç mürekkeplerinde de aynı temel karışımlar bulunur; yalnız, bunlara ayrıca, metal oksitler eklenmiştir.

Dielektrik (yani yalıtkan) mürekkeplerde, söz konusu metallerden ve oksitlerinden hiç biri bulunmaz. Bunlar malzemelerin kaplanmasında ve iletken kesişmeleri ile kondansatörleri yalıtmada kullanılırlar. Billurlanabilen camsı malzemelerin yardımıyla, günümüzde çok katlı şebekeler de yapılabilmektedir.

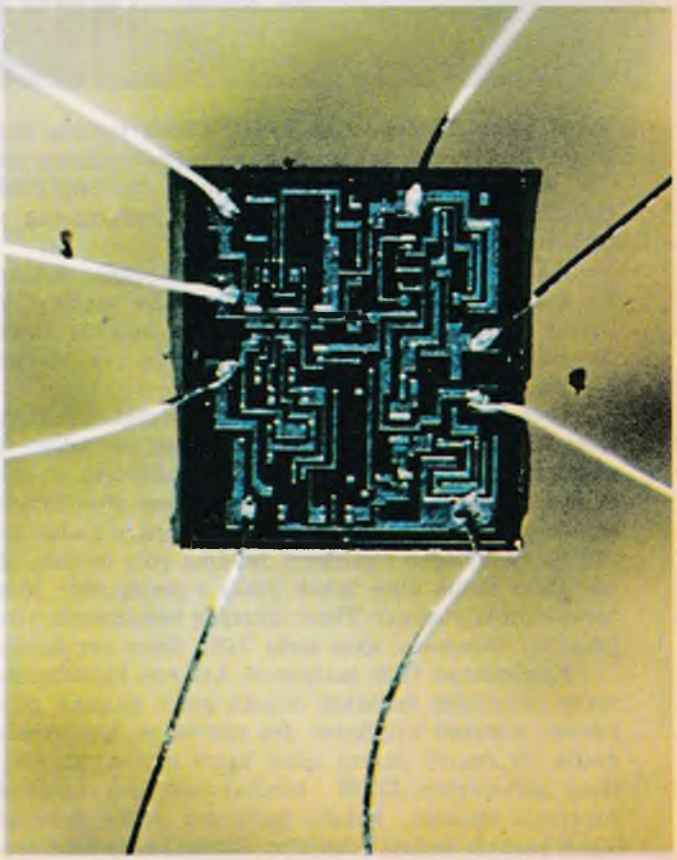
Taban plaka üstüne iletken, DİRENÇ öğesi ve dielektrik filmleri yerleştirebilmek için, ayrı plakalar kullanılır. Filme, plakadaki bir emülsiyonda biçim verilir. Mürekkebin boyadığı yerler dışında emülsiyon, plakanın tümünü örter. Küçük boyutlu ve daha dar toleranslı baskılar için, asitte çözülen metal şablonlar kullanılır.

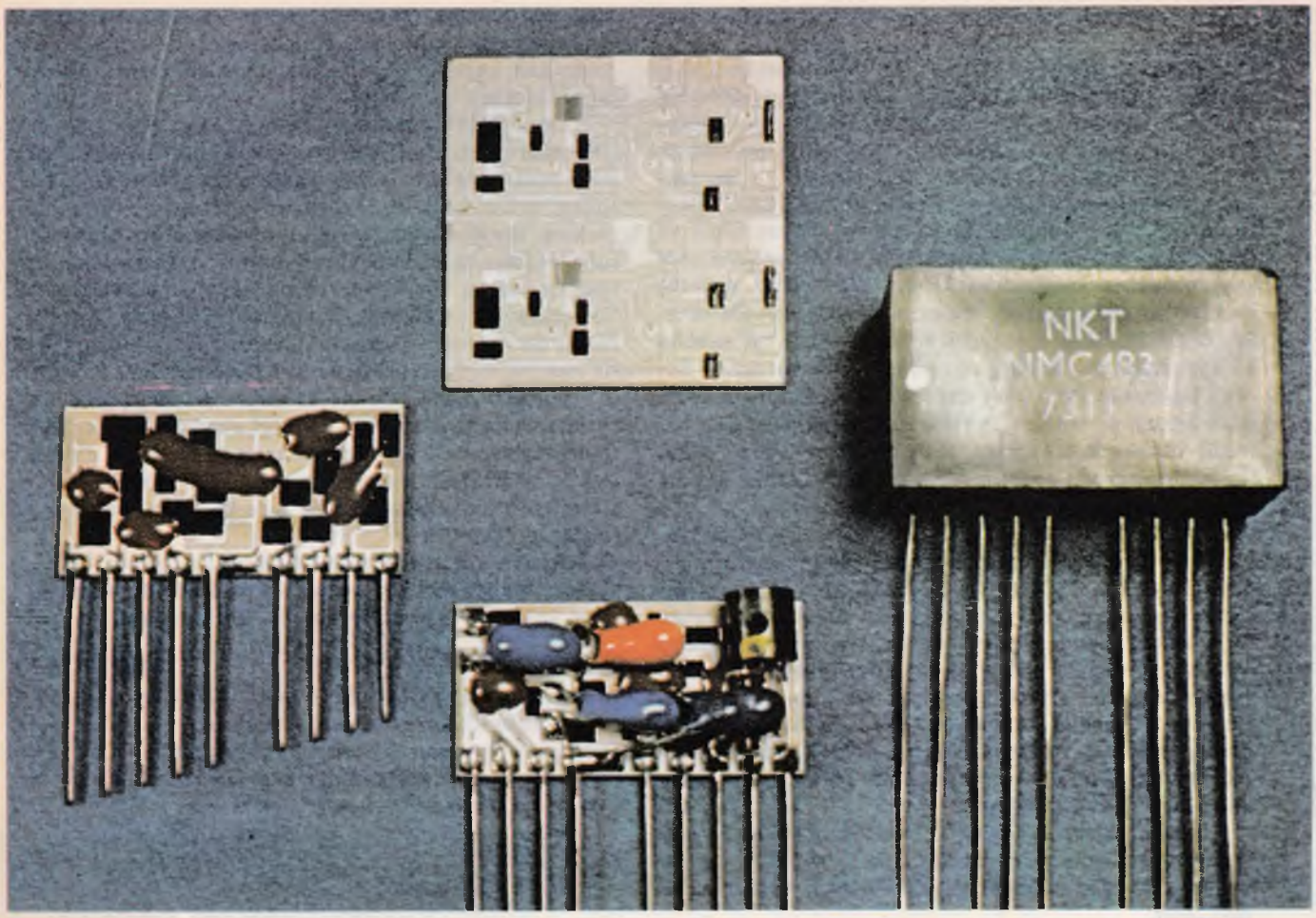
Önce iletken kesimler basılır. Film kalınlığı, çeşitli mürekkep özelliklerine, taban plakasına ve çeşitli baskı değişkenlerine bağlı olarak değişir. Daha sonra, mürekkepteki çözücüleri çıkarmak için, taban plakası, kızılötesi bir fırına ya da kızgın bir plaka üstüne yerleştirilir. Film kuruduğunda, taban plaka, bir taşıyıcı bantla başka bir fırına alınıp, yükseltgeyici bir ortamda tavlanır. Tavlama sırasında organik maddeler ayrışır; camsı maddeler, taban plakası içine sızarak, filmin yüzeye yapışmasını sağlar.

Bundan sonra, direnç filminin devre baskısı, kurutulması ve tavlanması işlemleri yerine getirilir. Devrenin, tasarlanan toleransını aşan değerlerde, dirençlerinin geometrik biçimleri ya LAZER ışınıyla ya da alüminyum tozu taşıyan çok ince bir hava sütunuyla traşlanıp düzeltilir.

Gerekli düzeltme tamamlandıktan sonra, taban plakası temizlenir. Ek olarak TRANSİSTÖR, kondansatör ve başka bileşenler devreye sokulacaksa, bunlar,

İnce filmli devreli bir yükseltici. (altta) Bu tür bir yükselticinin kazancı yüksektir. Özellikle bilgisayar ve hesap makinası gibi, çok küçük sinyallerin duyarlıkla yükseltilmesini gerektiren yerlerde kullanılır.





kendi elektrot bölgelerine LEHİMLEME yoluyla bağlanır. Öğelerin üst bağlantıları, ya termokompresyonla (ısı ve basınç birlikte kullanılarak), ya SESÖTESİ DALGALAR'la tel bağlama teknikleri kullanılarak ya da lehimle yapılır.

Kalın filmli kondansatörler basılacaksa, dielektrik devre için gene ek baskı, kurutma ve tavlama işlemleri gerekir. Kalın filmli kondansatörlerin düzeltilmesi için de, dirençlerde uygulanan yöntemler kullanılır.

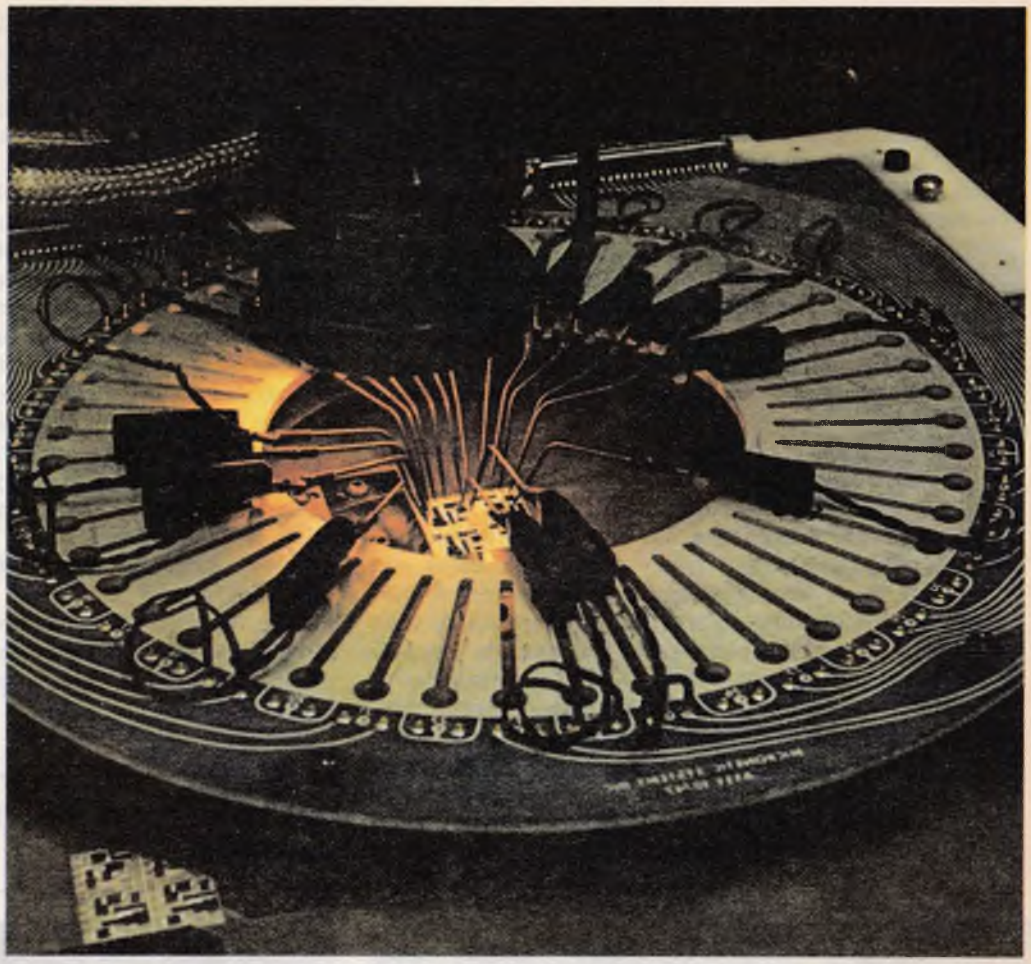
İnce filmli devreler: İnce filmli devreleri yapmak için pek çok teknik geliştirilmiştir. Bunlar arasında, vakumda buharlaştırma ve *katodik püskürtme* en çok kullanılanlardır. Vakumda buharlaştırma yönteminde, arı metal malzeme, vakumda kaynayıncaya kadar ısıtılır ve buharlaşan atomların yayılma yolu üstüne, biraz daha soğuk olan taban plakası yerleştirilir. Malzeme burada yoğuşur. Ticari düzeyde buharlaşma yöntemi uygulanıyorsa, aynı anda 3 000 devre üretilebilir.

Kaplanacak film malzemesi kolayca buharlaşmıyorsa (sözgelimi tantalda olduğu gibi), katodik püskürtme yöntemi uygulanır. Bu yöntemde, gaz basıncı düşük bir deşarj düzeni içine, katot olarak, arı malzeme yerleştirilir. İYON bombardımanıyla katottan koparılan atomlar, katoda yakın bir yerde bulunan taban plakası üstüne çökeltilir. Tantallı ince film üretiminde, deşarj odasının sürekli olarak yeni taban plakalarıyla beslenmesi gerekir.

İnce filmli iletkenlerin yapımında arı metaller kullanılır. Taban plaka ile kuvvetli bir kimyasal bağ kuracak ince bir alt tabaka gerektiğinden, değişik malzemelerden yapılmış iki ayrı tabaka kaplanır. İnce filmli direnç öğeleri için, metal alaşımlar daha uygundur. Bununla birlikte, silikonlu entegre devrelerde olduğu gibi, fiziksel boyutlu küçük, ama değeri yüksek dirençler gerektiğinde, sermet malzeme de kullanılır. İnce filmli iletken ve dirençler için, yalnızca birkaç uygun dielektrik malzeme vardır. Çok küçük kondansatörlerin oluşturulmasında, büyük taban plaka alanları gerekir.

İnce filmli devrelerde, taban plaka yüzeyi, kalın filmli devrelerdekine oranla daha düzgün olmalıdır. Bunlar, özelliklerini ancak böyle koruyabilirler. Bu yüzden, ince filmlerde taban plakası olarak, yüksek güçte tutuculuk gösteren cam ve seramik kullanılır.

İnce film yapımında, taban plakasının temizliği de ayrı bir önem taşır. Gerekli büyüklüklerde kesilen plakalar, yıkanıp kurutulur. Vakumda buharlaşma yönteminde taban plakaları, vakum odasında, çapı birkaç metre kadar olan döner bir tambur üstüne yerleştirilir. Buharlaştırılacak iletken, direnç ve yalıtkan malzeme ise, ısı kaynağıyla birlikte, tamburun mer-



Kalın filmli devre üretiminde dört evre. (solda) Resmin üst bölümünde, üstüne eşdeğer iki devre modeli basılmış taban plakası görülmektedir. Siyah yerler devre öğeleridir. Resmin solunda, daha çok öğesi ve çıkış uçları bulunan bir devre görülmektedir. Resmin altında, ek bileşenleri de takılmış, kapatılmaya hazır bir devre vardır. Resmin sağındakiyse, kullanıma hazır, kapatılmış bir devredir.

Film direnç ve kondansatör değerlerinin düzeltilmesinde kullanılan lazer şalümoları. (sağda) Bileşenler çökeldikten sonra şalümolar, bunların boyutlarını traşlayıp düzelterek, istenen değeri almalarını sağlarlar.

kezine konur.

Taban plakası üstüne istenilen bileşenleri çökeltebilmek için, işlem sırasında, plakanın önüne ya uygun metalden şablonlar yerleştirilir ya da istenmeyen bölgeler, asitte çözülecek biçimde fotolitograf yöntemiyle kaplanır. Bazen bu işlem için, bilgisayar denetimli kıvılcım ya da lazer kullanılır. Film kalınlığı, buhara tutma süresinin yanı sıra, taban plakasının sıcaklığına, buharlaşan kaynağa ve sistemin geometrisine de bağlıdır.

Kaplama yöntemleri bileşenleri gerçek değerlerinde oluşturmaya yetmediği zaman, ya kıvılcım ve lazer yöntemiyle ya da anotlaştırmayla (yalnız tantal kullanılır; Bk. YÜZEY İŞLEME) bileşen değerleri yeniden ayarlanır. Dirençlerin ayarlandıkları değerleri koruyabilmeleri için, kaplanan tabakanın yüzeyinde bir de oksit tabakası oluşturulur. Buna, başka bileşenler de eklenerek, gerekli çıkış uçları bağlanır. Ardından, gerekiyorsa, başka ayarlamalar yapılır ve devre, koruyucu bir tabakayla bütünüyle kaplı hale getirilir.

Kullanım yerleri: İnce filmli devreler çok küçük hacimlere sığabilirler. Bu yüzden, sonar aygıtları, uçakların sayısal uçuş denetim sistemleri, KALP PİLLERİ, telefon alıcıları, ton üreteçleri ve aktif filtre gibi güvenilirlik ve duyarlılık gerektiren şebekelerde kullanılırlar.

Kalın filmli devreler de, askeri aygıtlarda, havacılıkta, uzay alanında, tıpta, haberleşmede, otomobil endüstrisinde, radyolarda, elektronik hesap makinalarında, motorlu araçların alternatör çıkış düzenleyicilerinde, gerilim-akım regülatörlerinde ve sayısal-analog dönüştürücülerde uygulama alanı bulurlar.

KALIP DÖKÜM

Kalıp döküm, ayrıntıda birbirinden farklı olmakla birlikte, tümünde kalıcı bir metal kalıbın kullanıldığı birçok DÖKÜM sürecini içerir.

Basınçsız döküm: En yalın kalıp döküm süreci, basınçsız dökümdür. Erimiş metal, kalıbın içine boşaltılır ve kendi ağırlığıyla akar. Basınçsız döküm, erimiş metalin kalıbın girintilerini doldurusundaki yavaşlıktan ötürü, karmaşık dökümler için uygun değildir. Bu yöntemin bir başka özelliği de, kalıbın maliyeti nedeniyle başlangıçta oldukça yüksek yatırım yapılmasına karşılık, üretim maliyetinin düşük olmasıdır. Üretim maliyeti bakımından, kum dökümü ile basınçlı döküm arasında yeralır.

Basınçlı döküm: Basınçlı döküm, montaj hatlı üretim yöntemleri için, çok sayıda ucuz parça sağ-

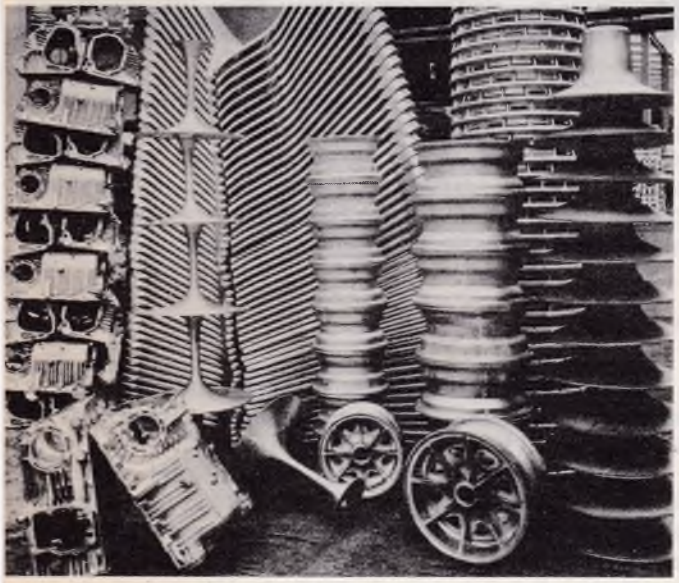
lama gereksinimi sonucu geliştirilmiştir. Sözgelimi, bir otomobilde, kapı kollarından alüminyum alaşımlı motor parçalarına kadar, kalıp dökümle üretilmiş yaklaşık 250 parça vardır. Bazı yalın parçaların otomatik makinalarla kalıp dökümünde, dakikada yüzlerce parça üretilebilir. Basınçlı döküm makinaları, erimiş metali kalıba doldurmak, binlerce tonluk kuvvetlerle kalıbın iki parçasını birbirine geçirmek ve soğuduğunda tamamlanmış dökümü dışarı atmak gibi üç ayrı işi yerine getirdikleri için, pahalı ve yapımı zor aygıtlardır. Bu tür makinaların maliyeti, ancak uzun üretim dönemlerinde amorti edilebilir. Bu yüzden, basınçlı döküm genellikle 5 000'den çok parçanın dökümünün söz konusu olduğu durumlarda kullanılır.

Basınçlı döküm süreçleri, başlıca iki grupta toplanabilir: Soğuk oda yöntemi, sıcak oda yöntemi. Soğuk oda yönteminde, erimiş metal, potadan bir silindire boşaltılır; daha sonra da, hidrolik ya da pnömatik bir pistonla, kalıbın içine doldurulur. Sıcak oda yöntemindeyse, erimiş alaşımın içine basınç silindirinin kendisi daldırılmıştır ve birbiri ardınca yapılan doldurmalar, ya bir pistonla ya da basınçlı havayla gerçekleştirilir. Ayrıca, yüksek basınç ve alçak basınç teknikleri de vardır. Alçak basınç tekniği, erime noktaları yüksek olan alaşımlara da kalıp döküm yöntemi uygulama sonucu, kısa bir süre önce geliştirilmiştir. Bir başka yeni gelişme de vakumlu kalıptır. Vakumlu kalıpta, basınçlı püskürtmenin kalıbı daha hızlı doldurmasını sağlayacak bir vakum oluşturulur.

Kalıp döküm alaşımları, genellikle, erime noktaları düşük alaşımlardır. Çinko temelli alaşımların aşağı yukarı tümü, kalıpla döküm endüstrisinde kullanılır. Alaşımın erime noktası ne kadar yüksek olursa, kalıbın ömrü o kadar uzar: Takım çeliğinden bir kalıpla, yarım milyon kadar çinko döküm üretilebilir: ama pirinç için, bu sayı birkaç bine düşer. Kalay-kurşun alaşımı endüstrisinde, kalıplar, yüzyılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Erime noktaları daha yüksek olan alaşımların dökümü konusunda araştırmalar sürmektedir. Takım çeliğinden yapılan parçalar, otomatik döküm yöntemleriyle seri halde üretilebilseydi, bundan sağlanan tasarruf büyük olurdu. Takım çeliğinin öteki yöntemlerle işlenmesi çok pahalı olmaktadır. Günümüzde kalıp döküm teknolojisi, parçaların sonradan makinayla perdahlanmasını gerektirmeyecek düzeye ulaşmıştır.

Otomatikleştirilmiş kalıp döküm yöntemlerinde kullanılan kalıplar, dökümün hızla soğutulabilmesi için bir su dolaşım sistemi içerecek biçimde yapılır. Makina, kalıbı, dökümün önce daha hızlı soğuyan parçasını ortaya çıkaracak biçimde açar. Ardından, döküm, itici pimler ile kalıbın öteki yarısından dışarı itilir. Kalıbın iki yarısı da, tamamlanmış dökümün dışarı atılmasını kolaylaştıracak biçimde önceden yağla kaplanır.

KALİTE KONTROL Bk. NİTELİK DENETİMİ



Alçak basınç yöntemleri kullanılarak, kalıp dökümle üretilen parçalardan örnekler. (üstte) Otomobil jantları, pompa gövdeleri, dişli kutuları ve daha başka birçok parça, bu yolla seri halde üretilebilir.

Dökümle yapılan çinko biblolar. (sağda) Bu tür eşyalar, iki parça halinde kalıpla döküldükten sonra, birbirine tutturulur.

KALORİ Bk. ISIÖLÇÜMÜ VE ISI

KALP - AKCİĞER POMPASI

Kalp-akciğer pompaları, bütün önemli kalp ameliyatlarında, ameliyat işlemi sırasında kalbin ve akciğerin işlevini sürdürme amacıyla kullanılır.

Kalp, akciğerlere ve bütün bedene kan pompalar. Kan, akciğerlerden aldığı oksijeni, bedenin öteki bölümlerine taşır. Oksijen taşıyan kan, kalpten atardamarlarla dağıtılır, oksijenini bırakan kan ise, toplardamarlarla kalbe geri döner. Kalbin dört bölümü vardır. *Sağ kulakcık* ile *sağ karıncık*, oksijeni alınmış kanı akciğerlere gönderir; *sol kulakcık* ile *sol karıncık* da, akciğerlerden gelen oksijenli kanı bedene pompalar. Bu yüzden kalp ile akciğerin işlevleri, birbiriyle çok yakından ilgilidir.

Kalp-akciğer pompasının başlıca iki görevi vardır: Toplardamarlardan gelen kana oksijen katmak ve oksijenlenen bu kanı, hastanın atardamar sistemine, kalbin çalışma hızına uygun bir hızla vermek. Ayrıca, hastanın kan hacmini ve kanın sıcaklığını belirli sınırlar içinde tutması ve kanın kimyasal dengesini koruması da gerekir. Aygıtta, dolaşımı sağlama amacıyla hızı ayarlanabilen sığamsal hareketli pompalar, kana oksijen karıştıran bir sistem, kandaki tortuları süzen filtreler, istenilen sıcaklığı denetleyen ve ayarlayan bir ISI DEĞİŞTİRİCİSİ, kan ve kullanılan kimyasal maddeleri içeren depo bölmeleri ile musluklar bulunur. Sistemin tümü, hareketli bir araba üstüne monte edilmiştir.

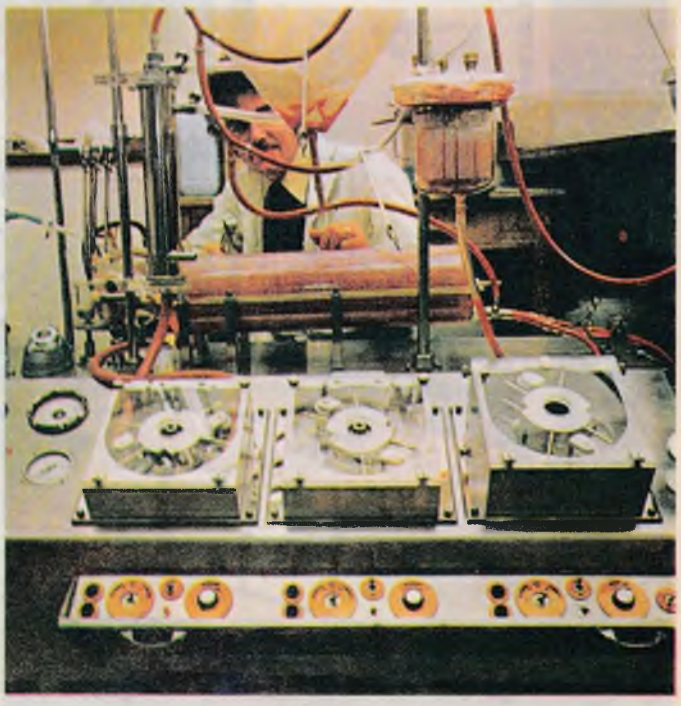
Kalp-akciğer pompasının çalışması: Önemli kalp ameliyatlarında, kalp ile akciğerin görevini bir makinanın üstlenmesini gerektiren dönemler vardır. Bu dönemlerde kalbe giden büyük toplardamara yerleştirilen *kateterler* (sondalar) aracılığıyla kalp-akciğer pompasının depo bölümüne toplanan kan, oksijen karıştıran sisteme gönderilir. Burada karbon dioksit verip oksijen alan kan, filtreden ve ısı değiştiricisinden geçer. Taze oksijen alan kan, atardamara yerleştirilen bir başka kateter aracılığıyla bedene, istenen basınçta gönderilir. Beden dışında yeralan bu sistem, çalışmaya başlayınca, kalbin damarları kapatılıp ameliyata başlanabilir.

Pompa dolaşıma bağlanırken, aygıtın deposunda bulunan kan, pompanın, hastaya bağlanır bağlanmaz çalışmasını sağlar.

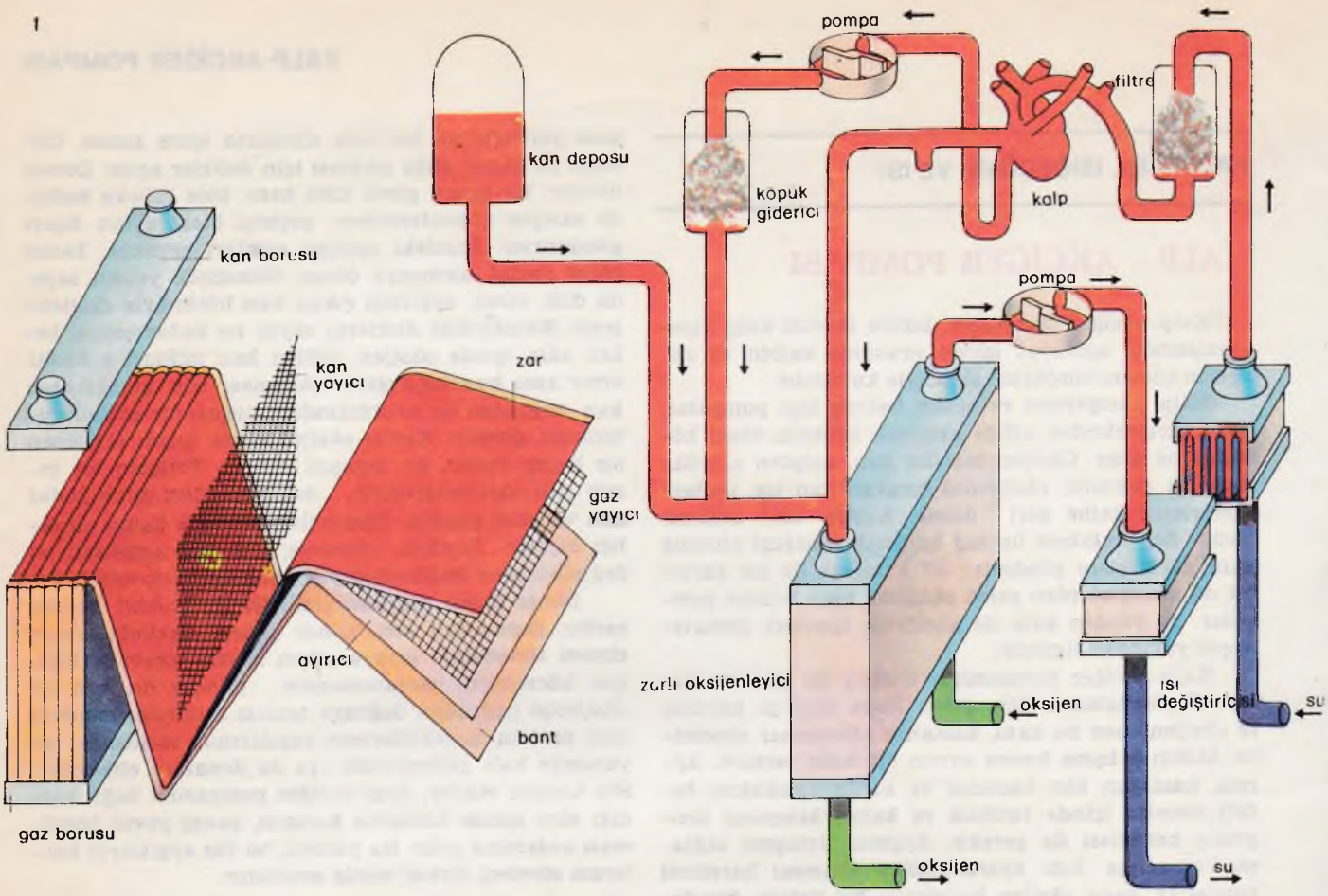
Önemli kalp ameliyatları, ancak oksijen vericilerin ve pompaların geliştirilmesiyle gerçekleştirilebilmiştir. Yalnızca oksijen içeren bir ortamda çok ince bir tabaka halinde yayılan kanın, karbon dioksit verip oksijen aldığı gözlenmiştir. Bir metal levhanın toplardamarlardan gelen kana batırılıp oksijen ortamına sokulmasıyla, bu süreç gerçekleşir. Oksijenleyici aygıtlar da aynı ilkeye göre çalışırlar. *Döner diskli oksijenleyici*, bir mil üstünde yeralan bölmelerle ayrılan metal disklerden oluşur. Sistem, iki metal levha arasına yerleştirilen bir cam silindirin içine konur. Oksijen ile kanın girip çıkması için delikler açılır. Dönen diskler, bir uçtan giren kirli kanı, ince tabaka halinde oksijen atmosferinden geçirip, öteki uçtan dışarı gönderirler. İçindeki oksijen miktarı arttıkça, kanın rengi parlak kırmızıya döner. Silindirde yeterli sayıda disk varsa, aygıttan çıkan kan bütünüyle oksijenlenir. Silindirdeki disklerin sayısı ne kadar çoksa, belirli süre içinde oksijen verilen kan miktarı o kadar artar; ama bu artış, aygıtın çalışması için gerekli olan kan miktarını da artırdığından, uygun bir çözüm bulunması gerekir. Kanın oksijenlenme hızını etkileyen bir başka etmen de, dolaşım hızıdır. Yetişkin bir insan için oksijenleyicinin, dakikada dört litre kadar kan vermesi gerekir. Oksijenleyici içinde kanın sıcaklığı ölçülür. Sıcaklık, istenirse, denetim aygıtının ısı değiştiricisine bağlanmasıyla kendiliğinden ayarlanır.

Döner diskli oksijenleyicilerin iki önemli kusuru vardır. Bunlardan biri, kanın dönen disklerle temas etmesi sonucunda ortaya çıkan kayma kuvvetlerinin, kan hücrelerini parçalamasıdır; ikincisi de, kan ile oksijenin doğrudan doğruya teması sonunda, kandaki bazı protein moleküllerinin yapılarının bozularak, işe yaramaz hale gelmeleridir (ya da *denatüre* olmaları). Söz konusu etkiler, kalp-akciğer pompasına bağlı kaldığı süre içinde hastanın kanının, yavaş yavaş bozulması anlamına gelir. Bu yüzden, bu tür aygıtların kullanım süreleri, birkaç saatle sınırlanır.

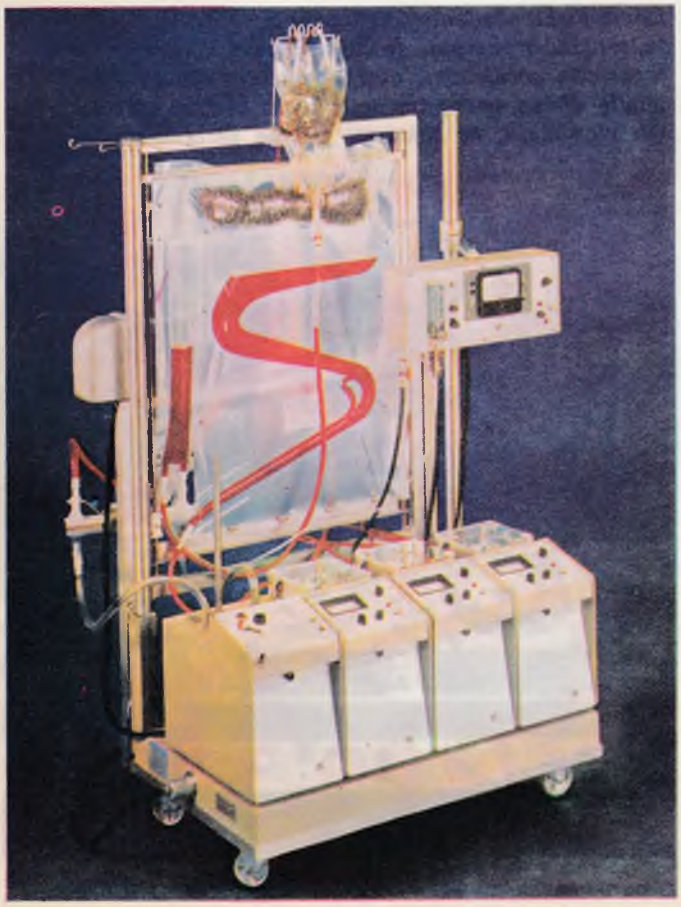
Döner diskli oksijenleyiciyle çalışan kalp-akciğer pompası. (altta) Resmin ortasında görülebilen oksijenleyicide, silindirsi kap içinde dönen yatay bir mile bağlı diskler vardır. Ön plandaysa, üç sığamsal pompa yeralmaktadır.



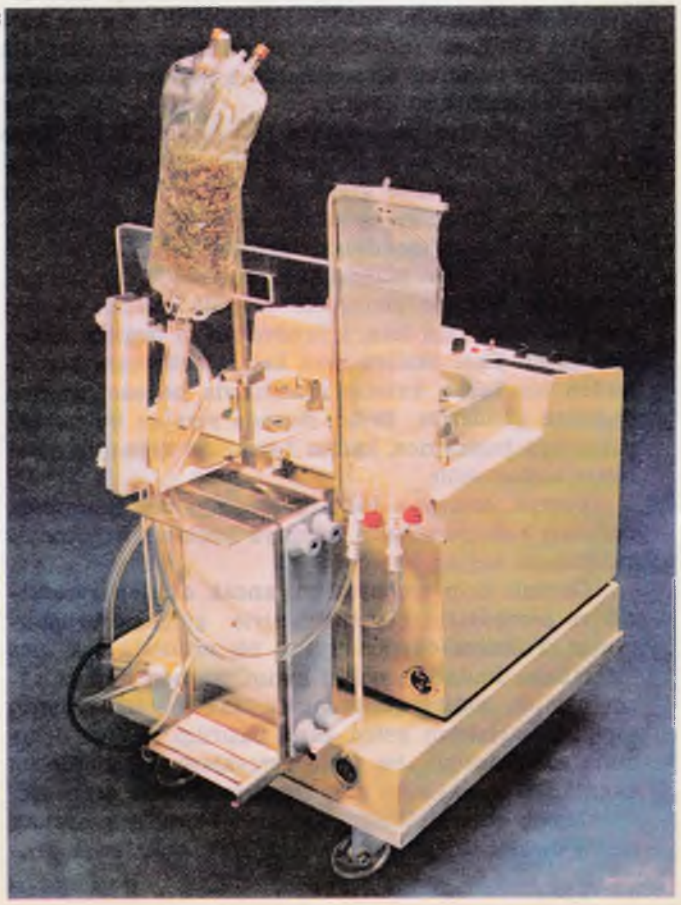
1


pompa
filtre
kan deposu
köpük giderici
kalp
kan borusu
pompa
kan yayıcı
zar
gaz yayıcı
ayırıcı
zarlı oksijenleyici
oksijen
ısı değiştiricisi
su
bant
oksijen
su
gaz borusu

2



3



Zarlı oksijenleyici içeren bir kalp-akciğer pompası. (solda resim 1) Resmin solunda, oksijenleyici, açılmış durumda görülmektedir. Bir bölümü kalbe yakınca bir yere yerleştirilen kateterden, bir bölümü de bir pompa yardımıyla kalbin içinden alınan kirli kan, oksijenleyiciye gönderilir. Buradan çıkan kan, kalbe dönmeden önce, pompayla ısı değiştiricisinden geçirilir.

Saydam plastikten yapılmış, kullanıldıktan sonra atılabilen kabarcıklı oksijenleyiciyle çalışan bir kalp-akciğer pompası. (solda resim 2) Aygıtta üç pompa, bir sıcaklık denetim birimi, bir de aygıtın sağındaki dikey destek üstüne yerleştirilmiş izleme birimi bulunur.

Zarlı oksijenleyiciyle çalışan kalp-akciğer pompası. (solda resim 3) Oksijen giriş ve çıkış bağlantıları (metal renkli), aygıtın arkasında yeralmaktadır.

---

*Zarlı oksijenleyici*yle, söz konusu sakıncaların büyük bir bölümünden kaçınılır. Bu aygıtta oksijen ile kan, silikonlu kauçuktan yapılmış bir zarın iki yanından akar. Silikonlu kauçuk, gaz moleküllerini geçirip kanı geçirmez. Böylece, oksijen ile karbon dioksidin zardan geçerek yer değiştirmesine karşılık, zarın öteki yanına geçemeyen kan, oksijenle doğrudan doğruya temas etmeden ve mekanik sarsıntılara uğramadan oksijenlenir.

Pompalar: Kalp-akciğer aygıtlarında kullanılan pompaların, hücrelere herhangi bir zarar vermeden, hem aygıtta, hem de hastada kan akımını sağlamaları gerekir. Hücrelerin zarara uğraması ve sayılarının azalması, hastada orta ve uzun süreli dolaşım sorunlarına yolaçar. Sığamsal olarak çalışan (kan, uzun, esnek bir boru içinde, merdane, kam ya da çıkıntılar yardımıyla sıkıştırılarak ileri itilir) pompaların, daha üstün nitelikli oldukları ve kanla doğrudan temas eden mekanik parça içermemek gibi, önemli bir özellik taşıdıkları görülmüştür. Hücrelerin zarar görmemesi için, dolaşımı sağlayacak dönme hızının, dikkatle denetlenmesi gerekir.

Aygıtın kullanılmaya hazır olması için, bütün parçalar mikroptan arındırılmış olmalı ve bütün bağlantılar ile dirsekler pürüzsüz olmalıdır. Sistemin takılırken mikroptan arınımışlığını koruması da önemlidir. Oksijenleyiciyi önceden hazırlayıp çalıştırmak için, dikkatle hazırlanmış uygun miktarda kan, aygıta doldurulur. Ameliyat bitince, pompa devreden çıkarılmadan önce, hastanın durumu denetlenir.

KALPAZANLIK VE SAHTECİLİK

«Kalpazanlık», sahte para, senet ya da gezi çeki gibi ciro edilebilir değerlerin seri üretimi, «sahtecilik» ise, imza, belge, sanat yapıtı gibi değerli nesnelerin, dolandırıcılık amacıyla kopya ya da taklit edilmesi anlamına gelir.

Hem kalpazanlık, hem de sahtecilik, yüzyıllardır görülmektedir. Madeni paraların eskiden beri dökme yerine kalıplarla basılmasının nedenlerinden biri, bu yöntemle basılmış paraların daha zor kopya edilmesidir (Bk. MADENİ PARA). Bir zamanlar A.B.D'nde paraların üstüne «kalpazanlığın cezası ölümdür» sözü basılırdı. Romalılar zamanında, daha eski Yunan heykellerinin kopyaları büyük para getiriyordu. Michelangelo'nun küçük bir heykel yapıp, eski görünmesi için toprağa gömdüğü, heykel «keşfedildiği» zaman da, yapıtın yaratıcısı olarak ortaya çıkıp ün kazandığı söylenir. XV. yüzyılda bilgin Lorenzo Valla, Roma imparatorunun Batı'yı Papa'ya verdiğini gösterdiği varsayılan belgenin sahte olduğunu kanıtlayarak, modern tarih çalışmalarını başlatmıştır.

Kağıt para kalpazanlığı: Eskiden kağıt para kalpazanlığı oldukça yaygındı. Avrupa'da bazı kağıt paralar elle yazılmıştı. A.B.D'ndeyse, İç Savaş'a (1860-1865) kadar hükümet, kağıt para basma işini ulusal bankalara bırakıyor ve bu bankalarca basılan paralar, piyasaya çıkar çıkmaz taklit ediliyordu.

Birinci Dünya savaşı sırasında, uluslararası altın taşımacılığının sekteye uğraması ve birçok ülkede altın paraların dolaşımdan kalkması yüzünden hükümetler, giderek artan ölçülerde kağıt para basımına başvurdular. 1920'lerde başka suçların yanı sıra, kalpazanlıkta da uluslararası bir artış oldu ve buna karşı 1923'te, Uluslararası Polis Örgütü (İnterpol) kuruldu. Para konusundaki spekülasyon yüzünden kalpazanlık, uluslararası etkisi oldukça büyük olan bir suç-

---

Eskiden bir sanat sahtecisi olan David Stein, birkaç saatte yaptığı bir «Chagall tablosu»yla. Sanat sahtecileri genellikle, varolan bir yapıtı kopya etmek yerine, o ressam tarafından yapılmış olduğu kanısı uyandıran yeni yapıtlar ortaya koyarlar. Bu işte başarılı olabilmek için, yetenek ve kolayca aldatılacak bir kurban gereklidir.

tu. Yavaş yavaş her ülke, kendi parasının yanı sıra, yabancı paraların sahtelerinin yapılmasını da suç saymaya başladı ve «kalpazanların ülkelerine iade edilmeleri» konusunda uluslararası anlaşmalar yapıldı.

1865'te A.B.D'nde, kalpazanları izleyip yakalama amacıyla Hazine Dairesi'ne bağlı bir bölüm olan Gizli Servis kuruldu. Bununla birlikte hükümet, toplumun ulusal paraya olan güvenini sarsmamak için, kalpazanlığın yaygınlığını gizli tutma politikası izlemeyi sürdürdü. Hazine sekreterliğinin broşürler ve filmler yoluyla, halkı, sahte paraları saptama konusunda eğitmesi ancak 1930'larda başladı.

Kağıt para kalpazanlığının güçlükleri: Kalpazanların önündeki en büyük engel, gerçek kağıt paraların yapılışında taklit edilmelerini önlemek için alınan önlemlerdir. Birçok ülkede para yapımında kullanılacak kağıdı üretme izni, yalnızca bir tek şirkete verilir. Bu, ağaç hamuru yerine, keten ve pamuktan yapılan (böylece aynı zamanda dayanıklı olan), genellikle üstünde saydam olmayan bir *filigran*, bazen de içinde ince bir metal şerit bulunan, pahalı ve yüksek nitelikli bir kağıttır. Paranın üstüne basılan desenlerde, bileşimi genellikle gizli tutulan, özel bir mürekkep kullanılır. Bazı ülkelerde, para basma makinaları bile özel olarak yapılır.

Kullanılan baskı kalıpları oymalı olduğundan, kağıt, koyu mürekkebi emmesi için, bu oyulmuş bölümlerin içine doğru bastırılır. Baskılı bölümler böylece kabartılmış olur ve dokunulunca hissedilir. Klişe oymacılığı (tabakaların hazırlanması) yetenek ve ustalık isteyen bir iştir. Bir kağıt paranın fotoğrafçılık yöntemleriyle yapılmış kopyası, dümdüz olacağı için, gerçeğinden kolayca ayırt edilir. Ayrıca, para basımında kullanılan mürekkepler, fotoğraf çekimini zorlaştıracak niteliktedir.

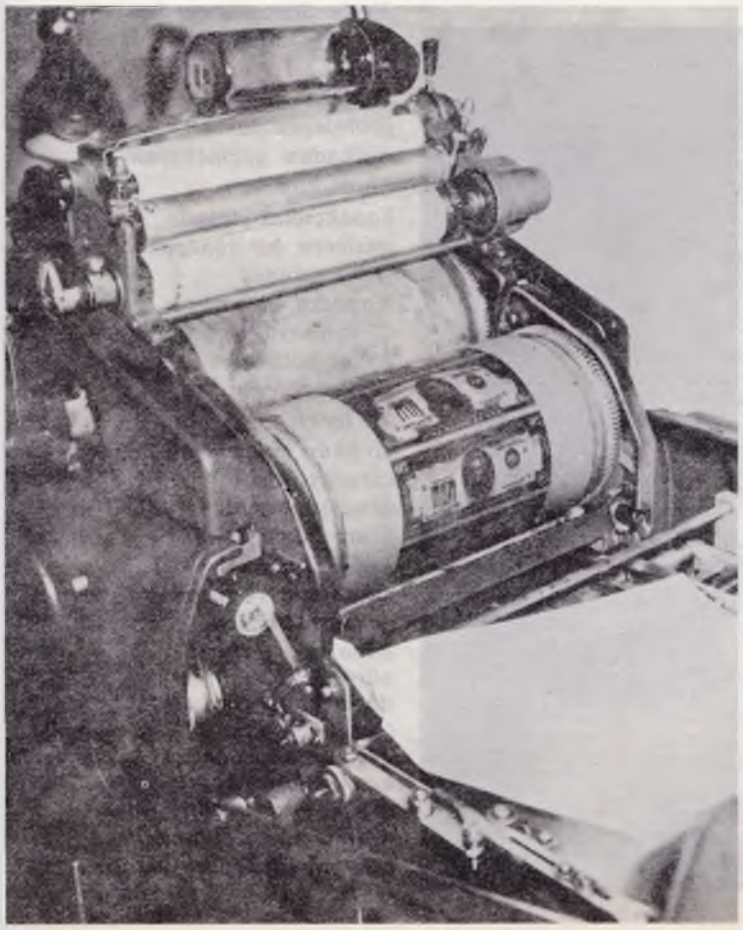
Para desenleri, elden geldiğince karmaşık yapılır. Portreler, yazılar, resim ve süslemeler, ayrı ayrı kişiler tarafından hazırlanır. Karmaşık arka plan desenlerinin yerlerine oturtulmasında geometrik bir tezgâh kullanılır. Fondaki çizgiler çok ince olduğu için, sahte paralarda genellikle bulanık görünür. Paranın en zor kopya edilen bölümü portredir: Özellikle gözler, kötü bir parada, cansız bir görünüm taşır. Bazı paralar, kopya edilecek özel mürekkep sayısını çoğaltma amacıyla, birden çok renkli olarak basılır.

Bir kağıt parada kalpazanlığa karşı alınan önlemlerin sayısı ve niteliği, o paranın değerine bağlıdır. Paraları küçük birimler halinde olan hükümetler, çok ince oymalar için büyük paralar harcamak istemezler; çünkü bu paraların taklit edilmesi zaten pek kârlı bir iş değildir. Kalpazanlık olaylarının en ilgi çekicilerinden biri, 1920'lerde tanınmış bir İngiliz şirketinin, Portekiz Ulusal Bankası'nın verdiği söylenen sahte bir siparişle aldatılarak, para basmasının sağlanması, böylece izinsiz paraların, gerçek kalıplarla basılması olmuştur. Bu paraların çoğu piyasaya sürülmüş, basım şirketi sonunda, Portekiz'e büyük bir tazminat ödemek zorunda kalmıştır.

Bankalar genellikle, sahte paraların saptanması

Bir gerçek A.B.D. yirmi dolarının bir bölümü. (üstte) Kabartmalı klişeyle basılan Andrew Jackson'ın portresi, net ve belirgindir.
A.B.D. beş doları üstündeki Abraham Lincoln portresi. (altta) Soldaki sahte, sağdaki gerçektir. Sağ taraftaki çizgiler kesik ya da titrek olmadığı için, görüntü çok daha nettir.

Bir sahte A.B.D. yirmi dolarının bir bölümü. (üstte) Sahte klişe, foto-mekanik bir işlemle yapıldığı için, fon çok koyu, hatlar da belirsizdir. Büyütülmüş kesimdeki kesik çizgiler açıkça görülmektedir. Üstünde sahte para negatifleri bulunan bu ofset baskı aygıtı, bir süre önce A.B.D'nde yakalanmıştır. (altta)



konusunda veznedarlarının deneyimine güvenirler; ama kalpazanlar paralarını bankalarda bozdurmazlar. Kalpazan, ürününü dağıtımcılara, onlar da «bozduruculara» satar. Bu kişiler de bar ve sinema gibi yerlerdeki kasa görevlilerinin deneyimsizliğine güvenerek, büyük değerlerde sahte para bozdururlar. Çok başvurulan başka bir yöntem de, önce az tutarda gerçek para kullanıp güven kazandıktan sonra, sahte parayla mücevher gibi değerli eşyalar satın almaktır.

Sahte para saptama makinaları: Sahte paraları saptamak için çeşitli aygıtlar yapılmıştır. Bu makinaların ilki, kalpazanların çoğunun, kimyasal maddelerle beyazlaştırılmış ucuz kağıt kullandıkları gerçeğine dayanarak yapılmıştır. Bu tür kağıtlar, MORÖTESİ LAMBASI altında mavimsi beyaz bir renkle parlarlar. A.B.D'nde First National Bank'ın yaptığı bir tahmine göre, bu deneyle sahte paraların ancak yarısının sahteliği anlaşılmaktadır.

Bir başka makina da, bazı kağıt paralarda kullanılan demir oksitli mürekkeplere ya da metal şerite dayanır. Bunlar paralara magnetik özellikler kazandırdığından, TEYP'lerdekine benzer magnetik kafalarla, paraların gerçek olup olmadığı saptanabilir.

A.B.D. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), altından para geçirilirken ışık düzenlerinde ortaya çıkan değişiklikleri ölçen bir makina yapmıştır. Bu aygıt, başlangıçta körlerin çeşitli değerlerdeki paraları ayırt edebilmeleri için tasarlanmıştır; ama kalpazanlığın ortaya çıkarılmasında da kullanılır.

Söz konusu makinaların hiç birine, deneyimli bir kasa memuru kadar güvenilmemektedir; ama bazıları, A.B.D'ndeki mağazalarda ve KAĞIT PARA OTOMATLARI'nda kullanılmaktadır.

Sahte madeni paralar: Madeni para kalpazanlığına, kârlı olmadığından, pek raslanmaz. Sahte madeni paralar genellikle baskı yerine, dökme olarak yapılır; çünkü kalpazanlar hem baskı için gerekli büyük makinaları satın alamazlar, hem de kalıpları yapacak bilgileri yoktur. Dökme madeni paralar doğru büyüklükte yapılamaz, çünkü metal, soğurken küçülür. Madeni paraların çoğunun kenarında bulunan desenin (tarama, diş ve oluklar) taklit edilmesi oldukça zordur. Ayrıca, döküm işlemi ve kötü kalıplama yüzünden, sahte madeni para, «kaygan» yüzeyli ve grimsi renkli olur.

Sahtecilik: Genel inanışın tersine, çek dolandırıcılığında, sahte çeklerden çok, «yetersiz karşılıklı» ya da bütünüyle «karşılıksız» çeklerle karşılaşılır.

Sanat yapıtları konusundaki sahtecilik ise, getirdiği büyük kâr nedeniyle, günümüzde gittikçe artmaktadır. Burada ahlaksal bir yargı da söz konusudur. Çünkü bir sanat yapıtı, sahte olduğunun anlaşılmasıyla herhangi bir değişikliğe uğramaz. Kendi içinde estetik bir değer taşıyorsa ve sahibi, yapıtın yaratıcısının Vermeer değil de Jones olduğunu öğrenince düş kırıklığına uğruyorsa, satın aldığı eşyaya daha baştan bir sanat yapıtı değil, bir yatırım gözüyle bakmış demektir. Resimleri eskileştirmek için kullanılan hileler, sahte resmin yüzeyini zımpara kağıdıyla aşın-

dırıp yeniden boyamak ya da resimde görünür çatlaklara yolaçan eski tuvaller kullanıp, sonra bu çatlakları, kirlenmiş görünümü vermek için koyu boyalarla doldurmaktır.

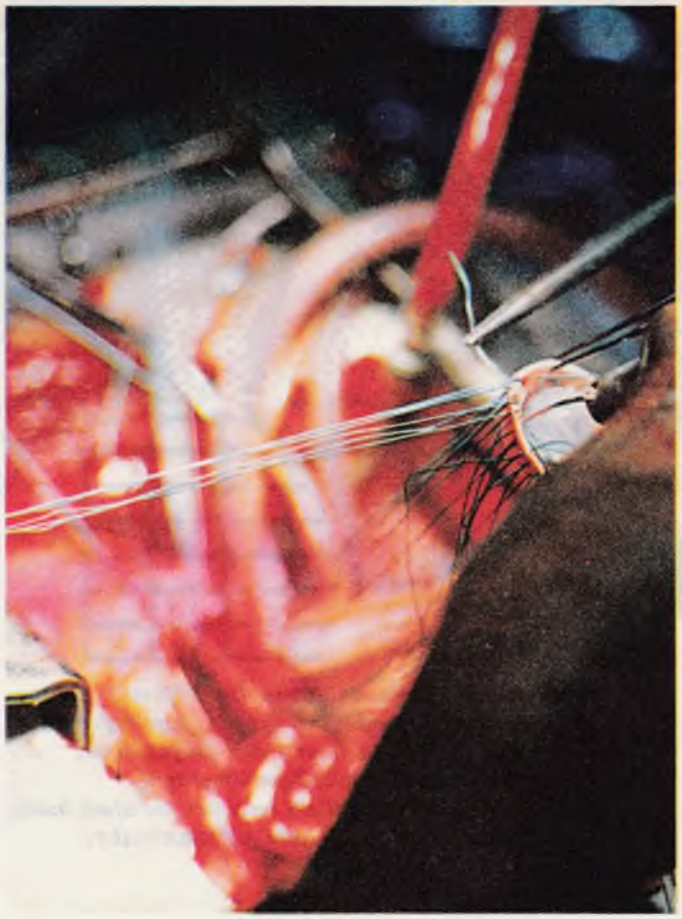
Bir sanat yapıtının kökeninin belirlenmesinde, uzmanların yanı sıra, kimyasal çözümlemelerden, flüoresandan, kızılaltı fotoğraflardan ve röntgen ışınlarından yararlanılır. Boyalardan alınan örnekler, söz konusu sanatçı tarafından yapıldığı bilinen karışımlarla ya da o dönemlerde bulunabilen boya cinsleriyle karşılaştırılır. Heykellerin röntgenlerinin çekilmesi de, eskiden bilinmeyen modern dökme yöntemlerini açığa çıkarabilir. Radyokarbonla tarih saptama yöntemi, sanat yapıtları için pek kullanılmaz; çünkü incelenen eşyanın küçük bir bölümünün, parçalanarak yokedilmesini gerektirir. (Bk. ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ).

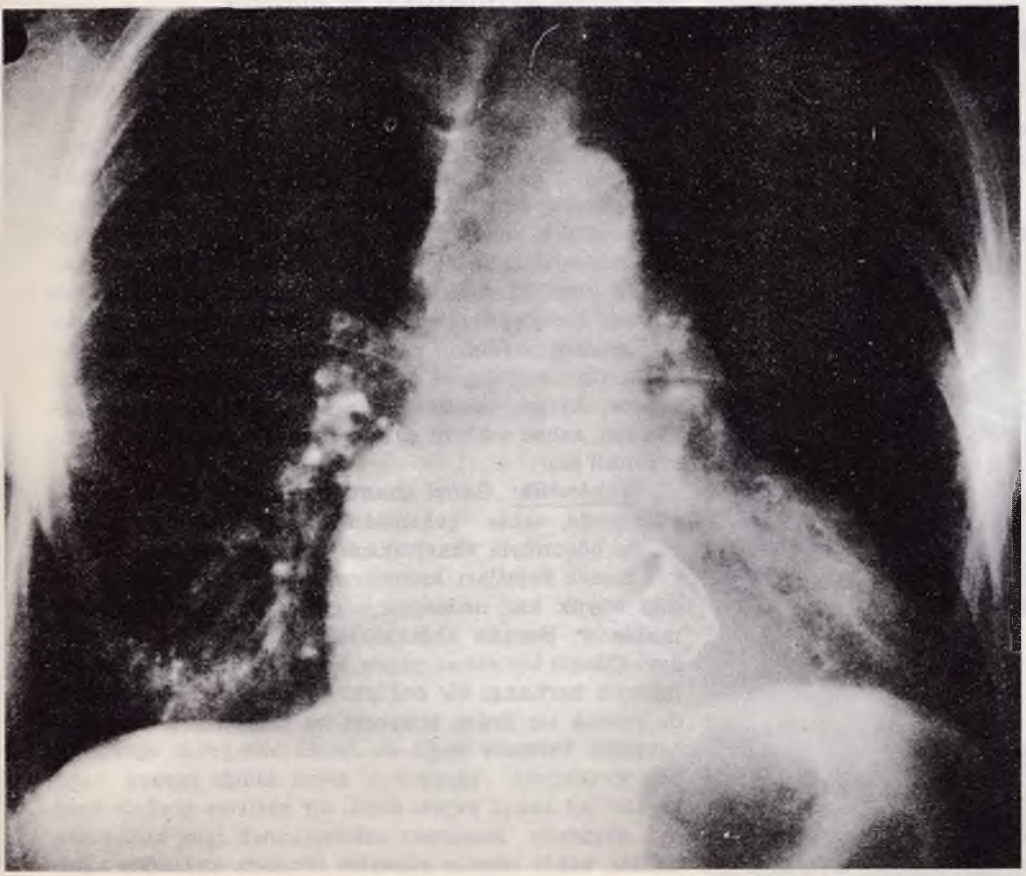
Eski belgeler ve imzalar ise, mikroskop altında gerçekleriyle karşılaştırılır; içerikleri tarihsel doğruluk açısından, kağıdı ve mürekkebi de kimyasal olarak incelenir.

KALP KAPAKÇIKLARI, YAPAY

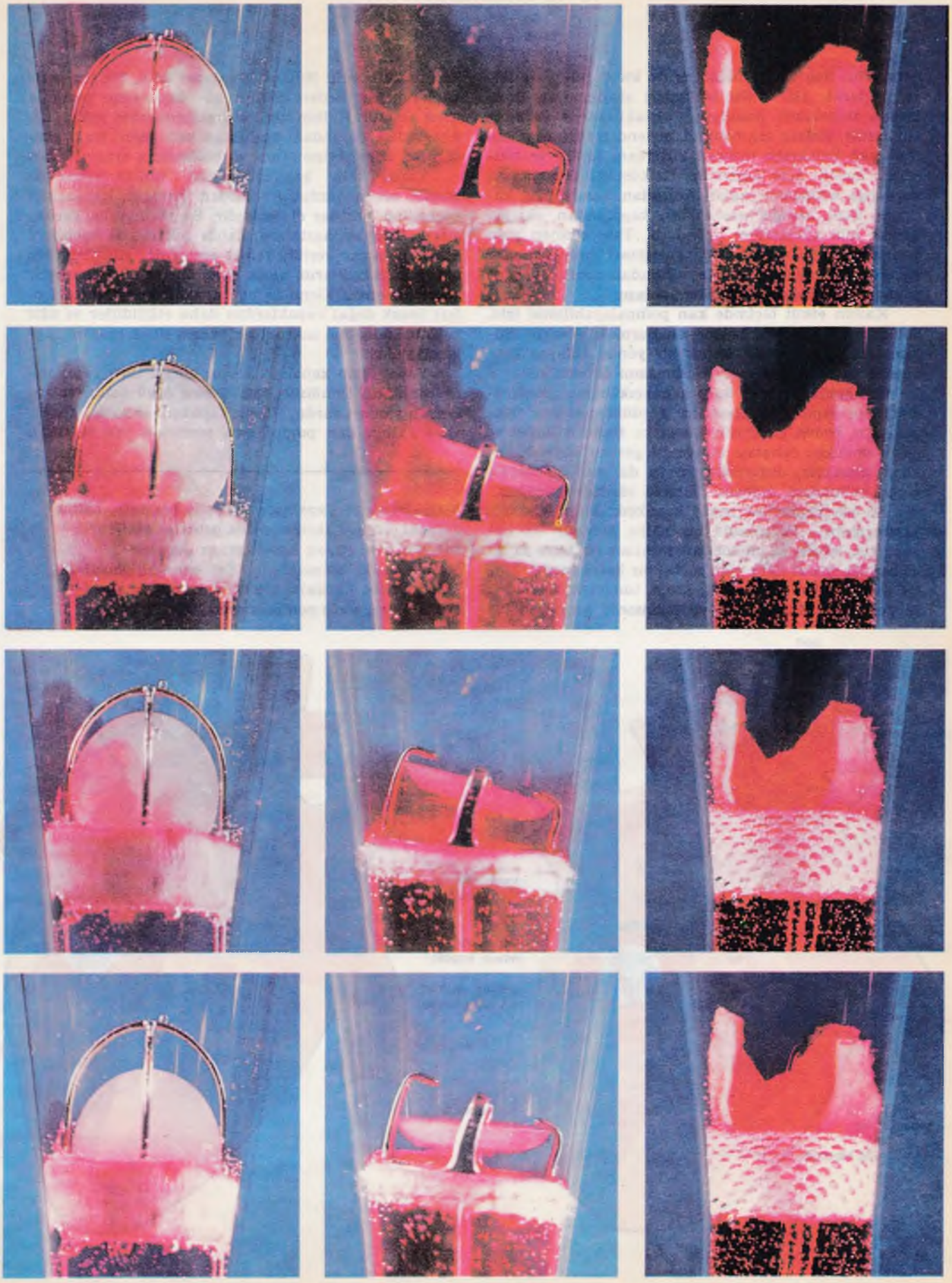
Yapay kalp kapakçıkları, hasta ya da işlevini yerine getiremez duruma gelen doğal kalp kapaklarının yerine ameliyatla yerleştirilen düzeneklerdir.

Kalp, «*septum*» adı verilen bir bölmeyle sağ ve sol bölmelere ayrılan ve kaslardan oluşan, içi boş bir





Kalbe Starr-Edwards kapakçığının takılması. (üstte) Dikişler, kapağı çevreleyen dakron halkadan geçmektedir. Starr-Edwards kapakçığını yerinde gösteren bir röntgen filmi. (solda) Kapağın, yalnızca X ışınlarını geçirmeyen metal bölümleri görülmektedir. Üç farklı kapakçık türünün çalışmasını karşılaştıran deneyler (sağda): Starr-Edwards kapakçığı (sol sütundaki resimler): deneysel bir disk kapakçık (orta sütundaki resimler): doğal kapakçık (sağ sütundaki resimler). Doğal kapakçıktan kanın geçişi girdapsızdır, ama Starr-Edwards kapağı belirgin girdaplar yaratır.



pompadır. Sağ ve sol bölümler de kendi içlerinde ikiye ayrılarak, alt ve üst bölümleri oluştururlar. Bunlardan üsttekilere *kulakçık*, alttakilere de *karıncık* adı verilir. Kalbin sağ bölümü, bedenden toplardamarlarla sağ kulakçığa taşınan kirli kanı toplar ve sıkışarak, kanın, *üçlü kapak*tan (triküspid) geçerek sağ karıncığa dolmasını sağlar. Ardından, kasılan sağ karıncık, kanı, *akciğer atardamarı kapağı*ndan, oksijen alması için akciğerlere gönderir. Taze oksijen alan kan, sol kulakçığa döner, *ikili kapak*tan (mitral kapak) geçerek sol karıncığa dolar. Buradan sonra da, aort kapağından geçip bütün bedeni dolaşır.

Kalbin etkili biçimde kan pompalayabilmesi için, bölümlerinde yüksek basınç oluşturması gerekir. Bunun için de kapaklar, kanın bir yönde kolayca geçmesine izin verirken, geriye sızmasını önlemelidir.

Günümüzde yapay kalp kapakçıklarının geliştirilmesi için yapılan araştırmalar sürdürülmektedir. Kapakçığın, beden tarafından kolayca kabul edilmesi ve çevre dokuları rahatsız etmemesi gerekir. Ayrıca, takılan kapakçık, değiştirilmeye ya da yeni bir işleme gerek kalmadan, görevini yıllarca sürdürebilmelidir.

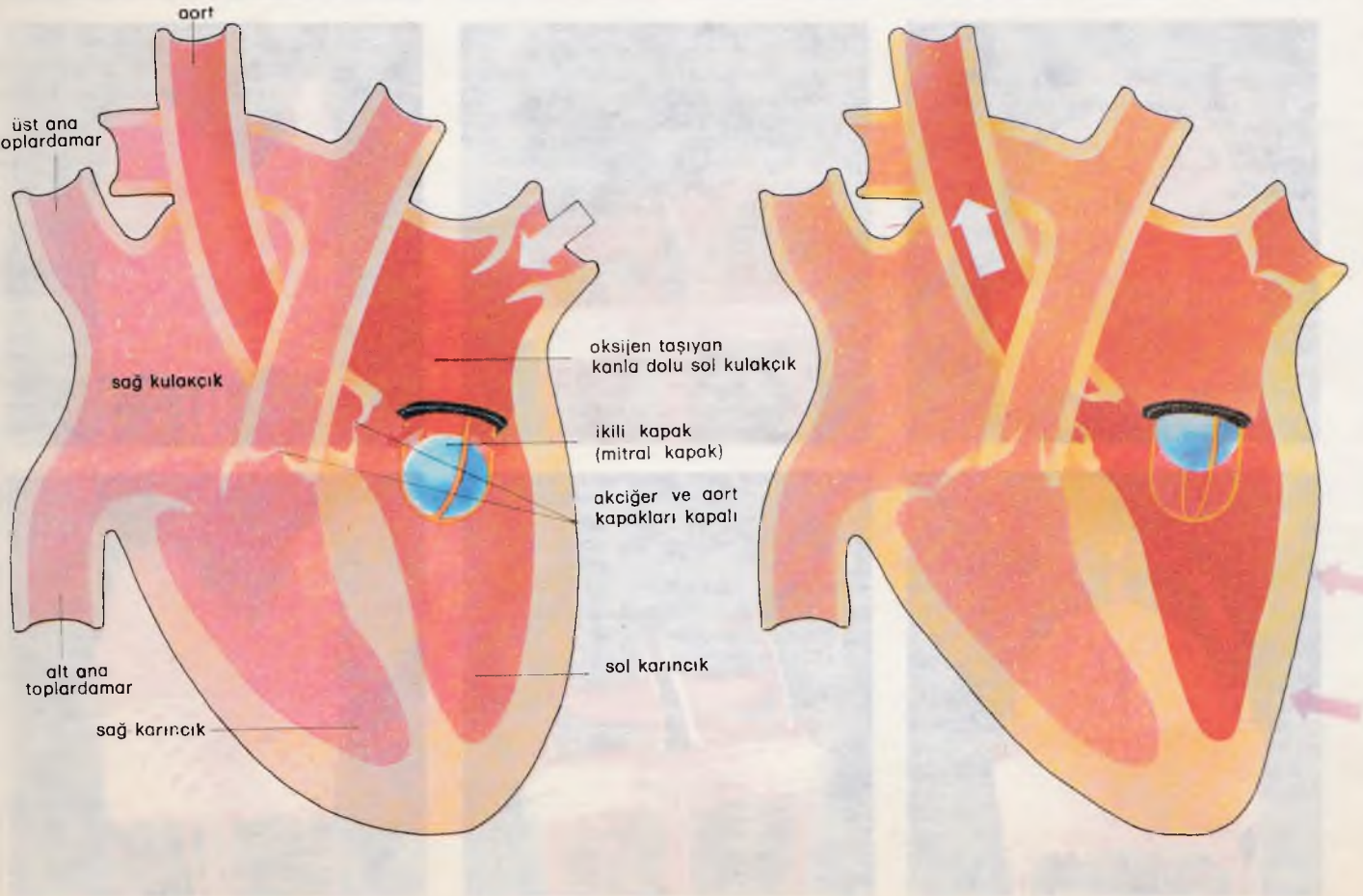
En çok kullanılan yapay kapakçık, Starr-Edwards kapakçığıdır. Tabanında bir halka bulunan bu kapakçıkta, içinde ya silikondan yapılmış bir küre ya da içi boş bir metal küre olan metal bir kafes vardır. Metal kafes yapımında kobalt, krom, tungsten, molibden ve demirden oluşan, sert ve tepkimeye girmeyen bir alaşım kullanılır. Halka ile kafesin üstü, bir tür bezle kaplanmıştır. Beden dokusu bu kaplamayı zamanla içine alabilir. Kalbin her kasılmasında küre yukarı itileceğinden, yanındaki boşluktan kan geçer. Kalp gevşeyince, küre yerine oturarak bölümlerin arasını tıkar.

Yapay kalp kapakçıklarının kullanımında iki önemli sorun vardır. Bunlardan birincisi, kapakçığın çevresinde pıhtılar oluşmasıdır. Bu yüzden, bu kapakçıkları taşıyan hastalara, kanın pıhtılaşma özelliğini azaltan ilaçlar verilir. İkinci sorun da, günümüzdeki bütün kapakçıkların, akışa karşı önemli ölçüde direnç göstermeleridir. Gene de bu kapakçıklar, yerini aldıkları bozuk doğal kapaklardan daha etkilidirler ve ağır kalp hastalarının normal bir yaşam sürebilmesini sağlamaktadırlar.

Yapay kalp kapakçıklarının birçok türü yapılmıştır. Bunların tümünün, kendilerine özgü üstün ve sakıncalı yanları vardır. Bütün kapakçıklar aynı ilkeden, yani kalbin kan pompalama sırasında ortaya çıkan

---

Starr-Edwards kapakçığı takılmış bir kalp. (altta) Soldaki çizimde akciğerlerden gelen ve oksijen taşıyan kan, yapay kapakçıktan geçerek sol karıncığa dolmaktadır. Sol karıncık kasılınca, kapakçık da kapanmakta ve kan, açılan aort kapağından aorta pompalanmaktadır.



kasılma gücünün, bir diski ya da küreyi itmesinden yararlanır.

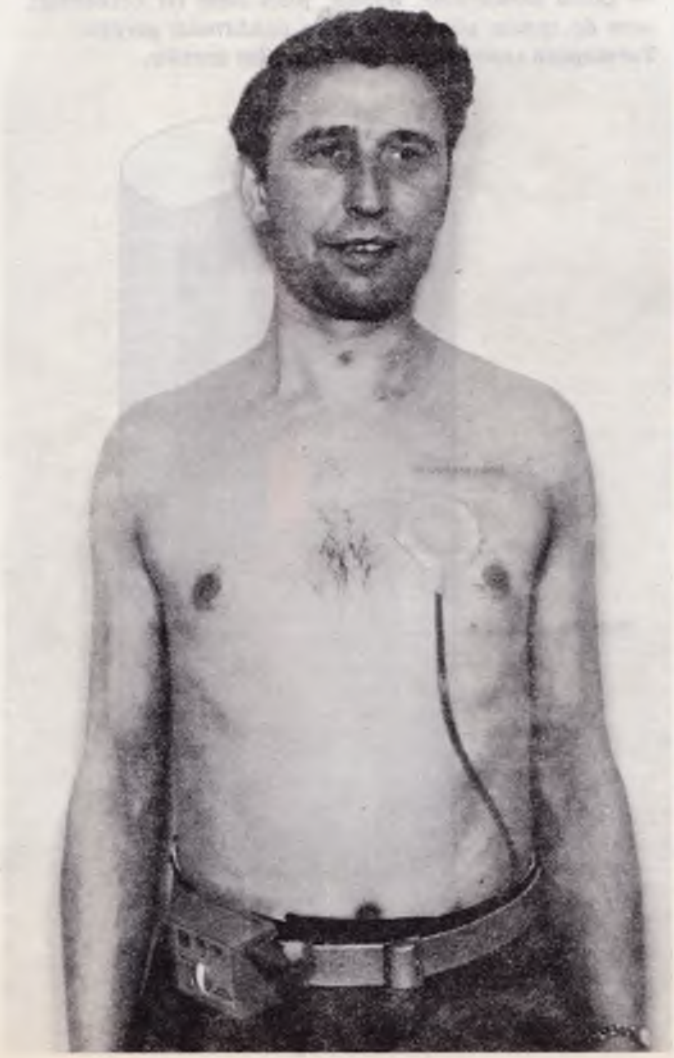
Doğal kalp kapağına benzeyen ve bir yanından kalbe bağlı olan, yaprak biçimli yapay kalp kapakçıkları yapma denemeleri, kapakçığın sürekli açılıp kapanma işlemi sonunda kırılması yüzünden başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bu yüke dayanacak güçte bir madde bulununcaya kadar, doğal kapak gibi çalışan yapay kapakçıkların yaygın kullanım alanı bulmaları pek beklenmemektedir.

KALP PİLLERİ

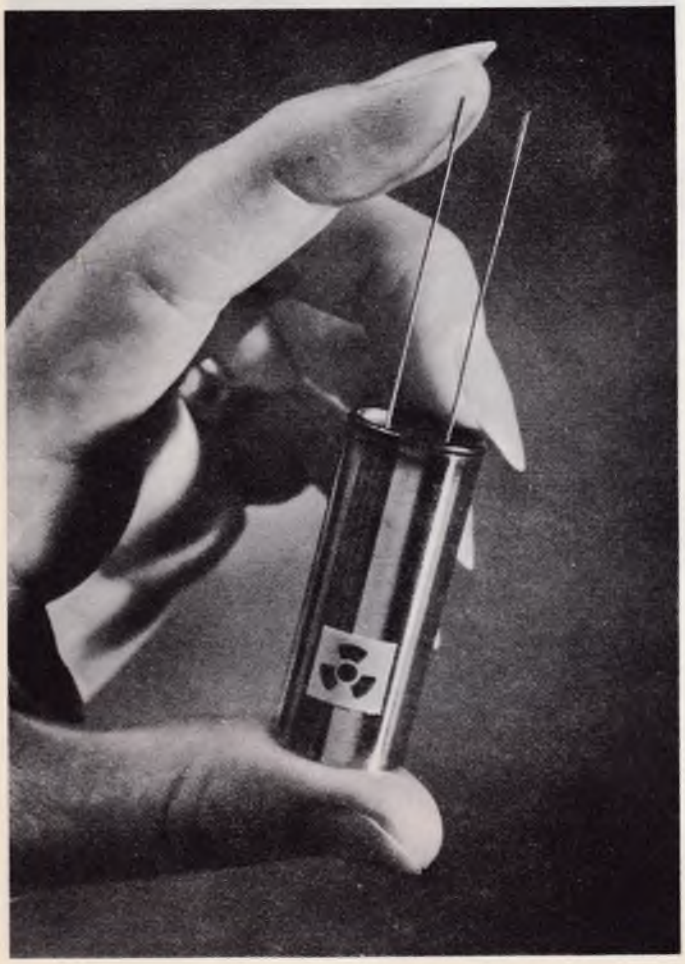
Kalp pili, düzenli uyarılar göndererek, kalbin, pompalama işlevini düzgün biçimde sürdürmesini sağlar. Bütün kaslar, elektriksel uyarılara duyarlıdır, ama kalbin duyarlığı, bunların çoğundan fazladır.

Kalp uyarıcıları üç grupta toplanır: En yalınından en karmaşığına kadar bütün hayvanlarda bulunan doğal düğümsü doku; beden dışında yeralan ve hastanelerde geçici olarak kullanılan dıştan takma elektronik kalp uyarıcıları; ameliyatla bedene yerleştirilen minyatür kalp pilleri. Düğümsü doku, uyarı sayısını bedenin gereksinmelerine göre düzenler. Sözgelimi, bir yetişkinin kalbi, uyku sırasında dakikada yaklaşık 55-65 vuruş yapmasına karşılık, ağır işler sırasında 100'den çok vuruş yapar. Aşırı çaba gerektiren geçici dönemlerde, vuruş sayısı dakikada 200'ü aşabilir. Kalbin bir bozukluk sonucunda uyarı almaması, pompalama işlemini durdurmasına yolaçar.

Düğümsü doku: Düğümsü doku, kalbin tepesine yakın bir yerde yeralan düğümdür (küçük lifciklerden oluşan bir kütle). Düğümsü doku, bedenin oksijen gereksinimine, sıcaklığına, sinirsel uyarılara ve başka etmenlere göre, kalbin kas dokusunun yüzeyinden buyruk alır. Biyolojik deneyler, kalp dokusundaki her



Beden içine yerleştirilen bir bobin ile elektromagnetik indükleme aracılığıyla elektrik akımı oluşturan (transformatörde olduğu gibi) beden dışındaki pilden oluşan, indüktif bağlantılı kalp pili. (altta solda) Nükleer pille çalışan, beden içine yerleştirilen kalp pili. (altta sağda) Pil, ışınımın çevreye zarar vermeyeceği biçimde yapılmıştır.

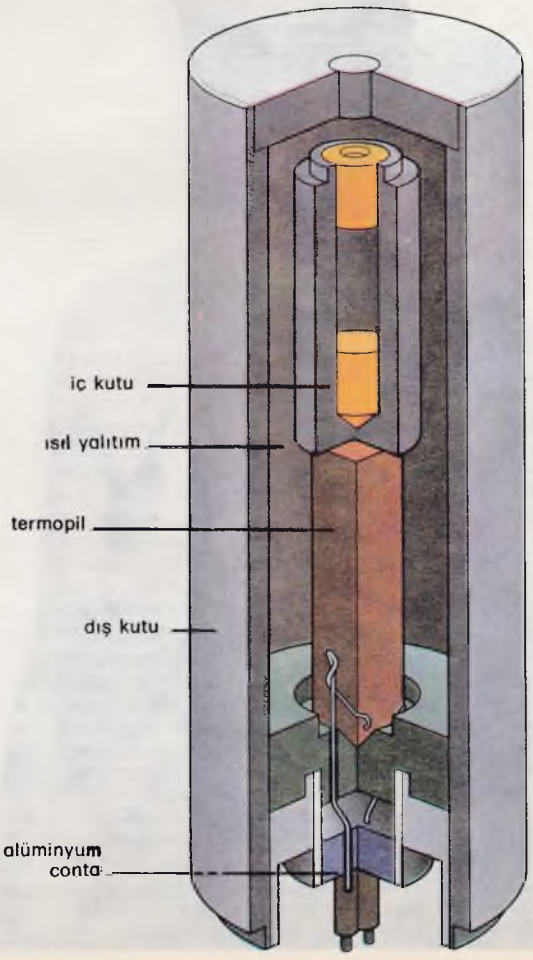


hücrenin kendine özgü bir hızla titreştiğini ve doğal uyarıma yolaçan buyrukların bütün hücrelerden aynı anda kaynaklandığını göstermiştir. Bir tür kertenkele ile benzer hayvanlar üstünde yapılan deneylerde, başka hayvanlardan alınan uyarıcı dokuların, deney hayvanlarında düğümsü dokunun yerini alabildiği gösterilmiştir. Buna karşılık insanlarda, böyle bir işlem yapılamadığından, düğümsü dokunun görevini yüklenecek elektronik aygıtlar geliştirilmiştir.

Dıştan takma pil: Apansız tehlikelerde ve geçici durumlarda kullanılan dıştan takma kalp pili, bir

---

Bedene yerleştirilen beş pilli bir kalp uyarıcısı. (solda) 5 cm boyunda bir nükleer pil. (altta solda) Pilin içinde bulunan plütonyum-238, bir yarıiletken termopilde elektrik üretir.
Kalp uyarıcılarında kullanılan türden bir izotop pili. (altta sağda) Radyoaktif bozunmaya uğrayan 0,18 gr Pu-238 izotopu, içinde bulunduğu kapsülü ısıtır. Kapsülün bir ucu termopile değer. Termopilin alt ucu ise, pilin dış gövdesiyle temas halindedir. Pilin içi ya boşaltılır ya da ksenon gibi az iletken bir gazla doldurulur. Ayrıca, pilin hem ısı iletkenliği, hem de ışınım yönünden iyice yalıtılması gerekir. Termopilin ısınmasıyla, pilde gerilim üretilir.



toplardamara yerleştirilerek, kalbin sağ karıncığına uzatılan *kateter* (ameliyatla yerleştirilen ince boru) yardımıyla çalışır. Kateterin içinde elektriksel yönden duyarlı, uyarıcı aygıtlar vardır.

İçe takılan kalp pili: 1950'lerden bu yana, çeşitli «taşınabilir» kalp pilleri geliştirilmiştir. Bu modellerin birinde aygıt, hastanın göğsüne bantla yapıştırılır ve yalnızca elektrotların bedenin içine yerleştirilmesi gerekir. Aygıt gücünü, göğüste ve cepte taşınan ya da kemere takılan pillerden alır. Beden içine yerleştirilen kalp pilleriyse, 1950 yıllarının sonlarında kullanılmaya başlanmıştır. Bunların uzun süreli kullanım sırasında gösterdikleri özellikler, hâlâ araştırma aşamasındadır.

Beden içine yerleştirilen pillerin bazı özellikler taşıması zorunludur: Yıllarca bozulmadan çalışmalıdır; uzun ömürlü olmalıdır (günümüzde bu süre üç yıldır); devre, çok az akımla çalışacak biçimde düzenlenmelidir; çıkıştaki uyarıcı gerilim, pilin durumundan ve yük değişmelerinden etkilenmemelidir. Bu özelliklerin yanı sıra, aygıtın çevresindeki koruyucunun, beden sıvılarını sızdırmayacak biçimde olması, elektrot sisteminin de mekanik ve elektronik açıdan güvenilir olması gerekir.

Piller: Kalp pillerinde, genellikle, yeterince küçük olmalarına karşılık, akım-hacim oranları son derece yüksek olan ve ömürlerinin % 90'ı boyunca değişmez çıkış gerilimi sağlayabilen cıvalı piller kullanılır. Daha yeni gelişmeler ise, *izotop kaynak üreteci* ile *metal-oksijen pili*dir. İZOTOP üreteci, 37°C'lık beden sıcaklığını, soğuk referans sıcaklığı olarak kullanan bir *termopil* (Bk. TERMOELEKTRİK AYGITLAR) aracılığıyla, plütonyum-238 izotopundan ürettiği ısı enerjisini, elektriksel enerjiye dönüştürür. Bu pilin on yıl çalışacağı ileri sürülmektedir. Ne var ki, söz konusu pile uygun, güvenli bir koruyucu kılıf geliştirilmeden kullanılması sakıncalıdır. Metal-oksijen piliyse, bedendeki oksijenden yararlanarak çalışır. Ama, bedende bulunan oksijenle uygun yayınma hızı sağlama sorunu henüz çözülememiştir.

Elektronik devreler: Birçok kalp pilinde kullanılan *blokaj osilatörü* devresi, genellikle yeterli olmaktadır. Ama, bu sistemde TRANSFORMATÖR kullanma gereği, *ince filmli devre* sistemine (sürekli çalışma yönünden en elverişli yapım tarzı) uygun düşmemektedir. Pili sürekli olarak yüklemeyen *tamamlayıcı çift* sinyal üreteçleri de denenmiş, ama bunların yük değişikliğinden etkilendikleri görülmüştür. Öte yandan, *tek dengeli* ve *çift dengeli* devreler de (Bk. MANTIK DEVRELERİ) kalp pillerinde denenmiş, istenilen uyarı yineleme hızını ve süresini sağlamak için yapılan değişikliklerin, zamanlama yönünden istenmeyen etkiler yaratmamasına çalışılmıştır.

Yedek pilde, sinyal üretecinin yanında, bunun çalışmasını durduran frekans seçici bir yükseltici vardır. Buna «*kesici*» adı verilir. Kalbi uyaran elektrot, elektrokardiyogramda da izlenebilir. Kalp normal çalışırken, yükseltici, üretecin çalışmasını engeller. Kalp durursa, bu engelleme ortadan kalkar ve kalp uyarılır.

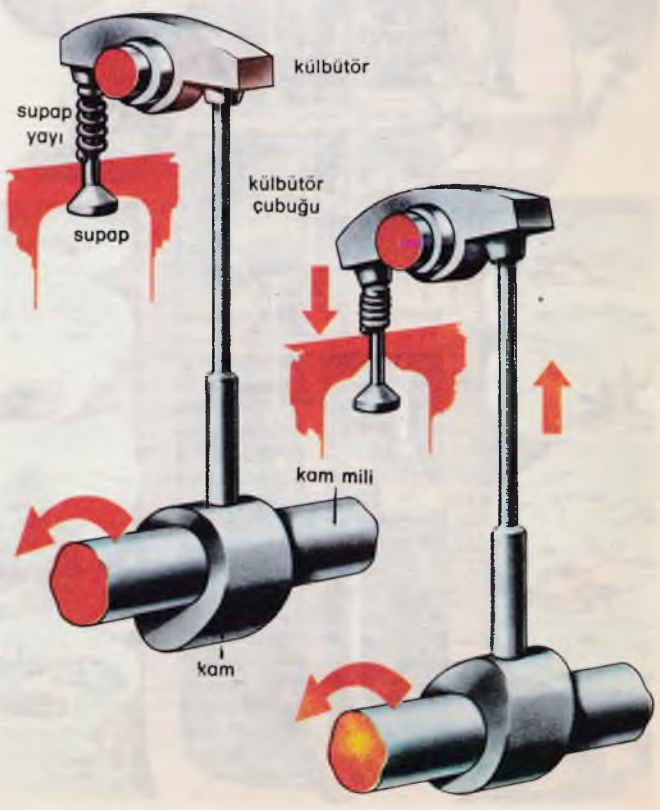
Kalbi yeterli biçimde çalışmayan hasta, hastaneye götürülür. Orada küçük bir ameliyat uygulanırken, kalbin görevini yardımcı bir aygıt üstlenir ve hastanın göğsüne minyatür bir düzenek yerleştirilir. Hastaneden taburcu edilen hasta, belirli aralıklarla denetim için hastaneye gitmenin dışında, normal bir yaşam sürdürebilir.

KAM

Kam, dönel hareketi, doğrusal harekete dönüştüren bir aygıttır. En yalın kam biçimi, değişken yarıçaplı döner bir disktir (diskin profili, dairesel değil, oval ya da yumurta biçimlidir). Disk dönerken, bir çubuğun ucuna takılmış küçük bir tekerleği ya da çubuğun ucunu iter. «*Kam izleyicisi*» adı verilen itilen bölüm, yarıçaptaki değişmelerle aynı miktarda yükselip alçalır.

Kama uygun profil verilerek, istenen devirde, doğrusal ya da düz hareket elde edilebilir. Kamların çoğunda, kam izleyicisinin kamdan ayrılmamasını sağlayan bir çeşit yay sistemi bulunur. Uygulamada, kamların hareketi her zaman dairesel olmaz. İleri geri hareket eden bir kam profiliyle de doğrusal hareket elde

Kamın sık raslanılan bir kullanımı: Bir otomobil motorunun supap sistemi. (altta) Kam, supabı açmak için, külbütörü kaldıran külbütör çubuğunu yükseltir.



edilebilir. İki durumda da, ortaya çıkan hareket, tahrik kuvvetleriyle dik açı yapar.

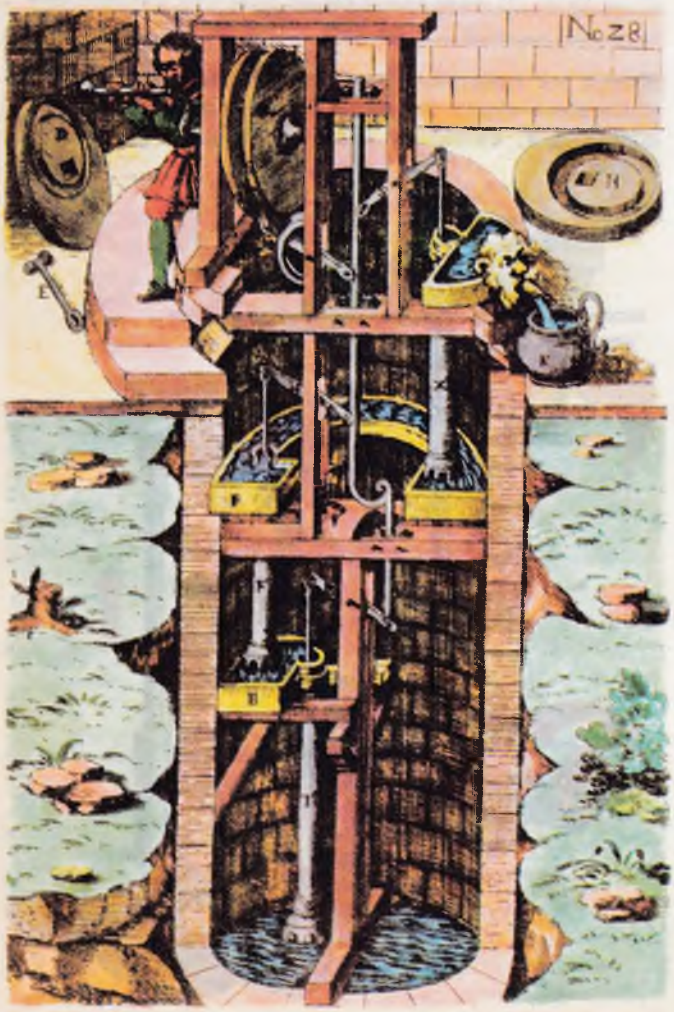
Mühendisliğin temel aygıtlarından biri olan kamın tarihçesi, İskenderiyeli HERON'a kadar uzanır. Kam, tarih boyunca sayısız işlerde kullanılmıştır: Körüklerin açılıp kapanma hareketi; BUHAR MAKİNASI'nda olduğu gibi supapların zamanlama hareketi; YEL DEĞİRMENİ'nin denetimi; vb.

Günümüzde, İÇTEN YANMALI MOTOR'larda, makina tezgâhlarında, elektromekanik zamanlama dişlisinde ve müzik kutularından BİLGİSAYARLAR'a kadar birçok makinada kullanılır. İçten yanmalı motorlarda, döner bir *kam mili* üstündeki bir dizi kam, hava ve egzoz supaplarının açılıp kapanmasını denetler. Kamların biçim ve konumları, supapların doğru zaman aralıklarıyla, sırayla açılıp kapanmasını sağlar. Günümüze kadar kullanılan çeşitli sistemler arasında, en yaygını, kamın önce bir kam izleyicisini (itici), sonra da yağlanmış bir burç içindeki dikey bir çubuğu itme hareketi, yani külbütör çubuğu hareketidir. Külbütör çubuğu hareketi, bir muylu üstünde yataklanmış külbütörden, supap gövdesine geçer. Bazı sistemlerde külbütör çubuğu kullanılmaz. Sözgelimi, üstten (kafadan) kam milli sistemlerde, kam mili, silindir bloğunun üstünde yeralan supapların üstüne oturtulmuştur. İçten yanmalı motorlar yüksek hızlarda çalıştığı için, iticinin kamdan ayrılmamasını sağlayan yay çok güçlü olmalıdır. Motor ne kadar hızlı çalışırsa, yayın o oranda güçlü olması gerekir. Kullanılan sarmal yay yeterince güçlü değilse, supap sistemindeki EYLEMSİZLİK kuvvetleri, iticinin kamla sıkı temasını sağlayamaz ve «supap vurması» denen yetersizlik ortaya çıkar.

Çeşitli maddelerden yapılabilen ve çeşitli profiller verilebilen kam, yüksek gerilmelerin söz konusu olduğu makina takımlarında, pasolar için de iyi bir denetim aracıdır. Gerçekten, kam profilinin bir düz çizgi halinde yapılması durumunda, kesici takım, onunla aynı yolu izler. Bu tip kamların yapımı oldukça masraflıdır; ama yüksek üretimin söz konusu olduğu durumlarda, bu masraf karşılanabilir.

Kamlar, elektrik şalterlerini çalıştıran elektromekanik sistemlerde de kullanılır ve zamanlama deneyleri ile makina devirlerinin denetiminde çok yararlı olur. Ne var ki, bu tip elektrik bağlantıları çabuk eskidiğinden, bağlantısız sistemler geliştirilmiştir. Bağlantısız sistemlerde, kam profilindeki değişiklik, indüksiyonla ya da optik yöntemlerle gözlenir.

Agostino Ramelli'nin 1620'de yayınlanmış bir kitabından alınan bu resimde (altta), R ile gösterilen büyük bir kam, D ve N'de ayrıntılı biçimde görülmektedir. Kam bir su pompasının pistonlarını kaldırıp indirmek için kullanılmaktadır. Elle çalışan krankın dönel hareketi, kam yardımıyla, pompaların doğrusal hareketine dönüştürülmektedir.



KAMERA

Kamera, kısa ve eşit aralıklarla, sürekli görüntü kaydeden fotoğraf makinası olarak tanımlanabilir. Kamera ile fotoğraf makinası arasındaki en önemli fark, kameranın değişik görüntüleri arka arkaya, aralıklarla, sürekli akan bir film üstüne kaydetmesidir. Fotoğraf makinasının obtüratörü açılıp kapanarak, bir anın donmuş görüntüsünü saptar. Kameraysa, görüntüleri arka arkaya dizip, göz aldanmasından da yararlanarak, hareketin sürekliliğini sağlar. Kamerayla çekilen, birbirini izleyen donmuş anların fotoğrafları, film gösterme makinasıyla aynı hızda perdeye düşürüldüğünde, gene harekete dönüşür.

Kameranın parçaları: Kamerada, fotoğraf makinasındaki gibi bir karanlık oda, ışığı toplayıp nitelikli görüntü sağlayan mercekler (objektif) ve ışığa duyarlı tabaka (film) bulunur. Ancak, kamerada, fotoğraf makinasındaki gibi hareketsiz bir tabaka yerine, uzun şeritler halinde kesilmiş ve sarılmış film kullanılır. Filmin kenarına düzenli ve rahat hareket etmesi için delikler delinmiştir. Kamerada ayrıca, ham filmin (ışık görmemiş-pozlanmamış film) ve pozlanmış filmin toplandığı bir bölüm vardır. Buna «*kaset*» ya da «*magazin*» denir. Bazı makinalarda 15, 30, 60, 120 m

uzunluğunda film makaralarını ve kasetlerini içine alacak bölmeler vardır.

Dişli tamburlar: Filmin kamera içindeki sürekli hareketi, dişli tamburlarla sağlanır. Bütün kameralarda bir ya da daha çok sayıda dişli tambur bulunur. Bunlar, kameranın yapısına göre, gövde içinde bulunabilecekleri gibi, kaset içinde de yeralabilirler. Filmin deliklerine takılarak sürekli olarak akmasını sağlayan dişli tamburlar, kameraya bağlı zemberekli ya da elektrikli motorlarla döndürülür.

Kesintili hareket: Filmin, görüntü penceresi önünden, dişli tamburların sürekli hareketiyle akması, istenen sonucun elde edilmesini sağlamaz. Sürekli hareket eden filmin hiç ara verilmeden ışık alması, görüntünün düz çizgiler halinde oluşmasına yolaçar. Bunu önlemek için, «*tırnak*» ve «*örtücü*» adı verilen parçalardan yararlanılır.

Tırnak, filmin üstündeki deliklere girip, yukarı ya da aşağı çekerek görev yapar. Tırnak, kesintili hareket görevini yaparken, örtücü de pencerenin önünü kapatarak içeri ışığın girmesini önler. Böylece, film hareket halindeyken üstüne ışık düşmesi ve bozuk görüntü kaydedilmesi önlenir.

Filmin dişli tamburlarla sürekli akışı sağlanırken, tırnakla da, bir resim kaydedilecek büyüklükte film aşağı çekilip, pencere önünde hareketsiz bırakılır. Bu sırada, yonca yaprağı, yarım daire ya da kelebek kanadına benzeyen örtücünün kanadı, pencerenin önünü açar ve objektiften giren ışınlar, filmin üstüne düşerek, bir anın fotoğrafının çekilmesini sağlar. Bu işlem tamamlanınca örtücü (obtüratör), pencereyi (dolayısıyle objektiften gelen ışığı) kapar. Bundan yararlanan tırnak da, ikinci pozlanmamış film karesini pencerenin önüne çekerek, bir başka anın görüntüsünün saptanması için hazırlar. Bu olayların birçok kez yinelenmesiyle sinema görüntüleri oluşur.

Önemli profesyonel kameraların bazılarında, «*saptama pimi*» denilen bir parça daha bulunur. Saptama pimi, tırnakla pencere önüne çekilip serbest bırakılan filmin deliklerine girerek, oynamasını ya da titremesini önler. Böylece, görüntü kaydı sırasında filmin, pencerenin önünde sarsıntısız tutulması sağlanır.

Filmin pencere önünde kalma süresi, duruma göre değişebilir. Saniyede kaydedilen görüntü sayısı da kameradan kameraya büyük değişiklik gösterir. Hızı saniyede 1 kareden 100-150 kareye kadar değişen alıcılar yapılmıştır (hızlı çekim kameralarında hız çok daha yüksektir). Hareketin doğru bir biçimde görülebileceği en düşük hız, saniyede 16 karedir. Sessiz filmlerde kullanılan 16 kare, sesin gelişiyle, amatör kameralarda 18'e yükseltilmiş, profesyonel kameralardaysa, saniyede 24 karelik hız, standart olarak kabul edilmiştir. Kameraları, kullanılan film boyutlarına göre sınıflandırırsak, sekiz çekim aygıtıyla karşılaşırız: 8 mm; süper 8 mm; 9,5 mm; 16 mm; 35 mm; 65 mm; 70 mm. Özel işler dışında, çekimde 70 mm, baskıda ise 8 mm ve süper 8 mm kameralar kullanılmaz. Çekim 65 mm'yle yapılıp 70 mm'ye basıldığı gibi, çekim 8 mm ve süper 8 mm'yle yapıldıktan sonra çift 8 mm, 4 x 8 mm olarak basılır ve sonra kesilerek 8 mm ya da süper 8 mm'lik kopyalar elde edilebilir. Normal 16 mm film üstüne görüntüyü ses bölümüne doğru taşıran ve 35 mm'ye büyütmeler için kullanılan süper 16 mm makinalar da vardır.

Film yapımcılığının ilk günlerinde kameralar elle döndürülmekteydi. (üstte) Normal hız saniyede 16 kareydi, film de bu hızda oynatılmaktaydı. Günümüzde hız artırılmış ve saniyede 24-25 kareyi bulmuştur.

Örtücü (obtüratör): Örtücü, yarım daire, kelebek kanadı ya da eski kameralarda olduğu gibi silindir biçimli olabilir. Günümüzde kullanılan örtücüler, çoğunlukla kelebek kanadı ya da yarım daire biçimindedir. Örtücünün görevi, tırnağın hareketine uygun olarak, pencerenin önünü açıp kapamaktır. Yarım daire biçiminde olanlar, her turda bir görüntü, kelebek kanadı tipinde olanlar ise her turda iki görüntü sap-

tanmasını sağlarlar.

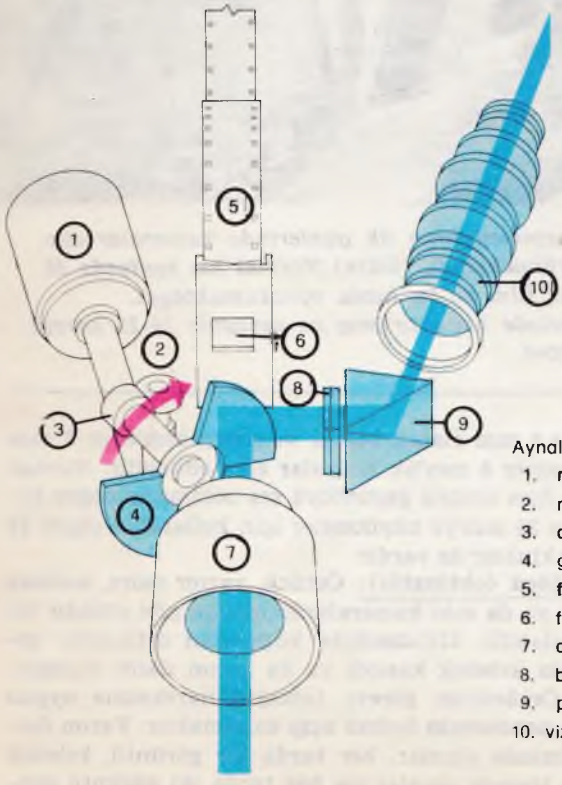
Bir örtücüde açık olan bölüm ne kadar büyükse, pozlama süresi de o kadar fazladır. Normal kameralarda açıklık 130° ile 180° arasındadır ve standart açıklık olarak kabul edilebilir. Bazı kameralardaysa, 230°'ye kadar açılabilen örtücüler vardır. Örtücü açıklığı değişmez olabileceği gibi değişken *(değişken açılı örtücüler)* de olabilir.

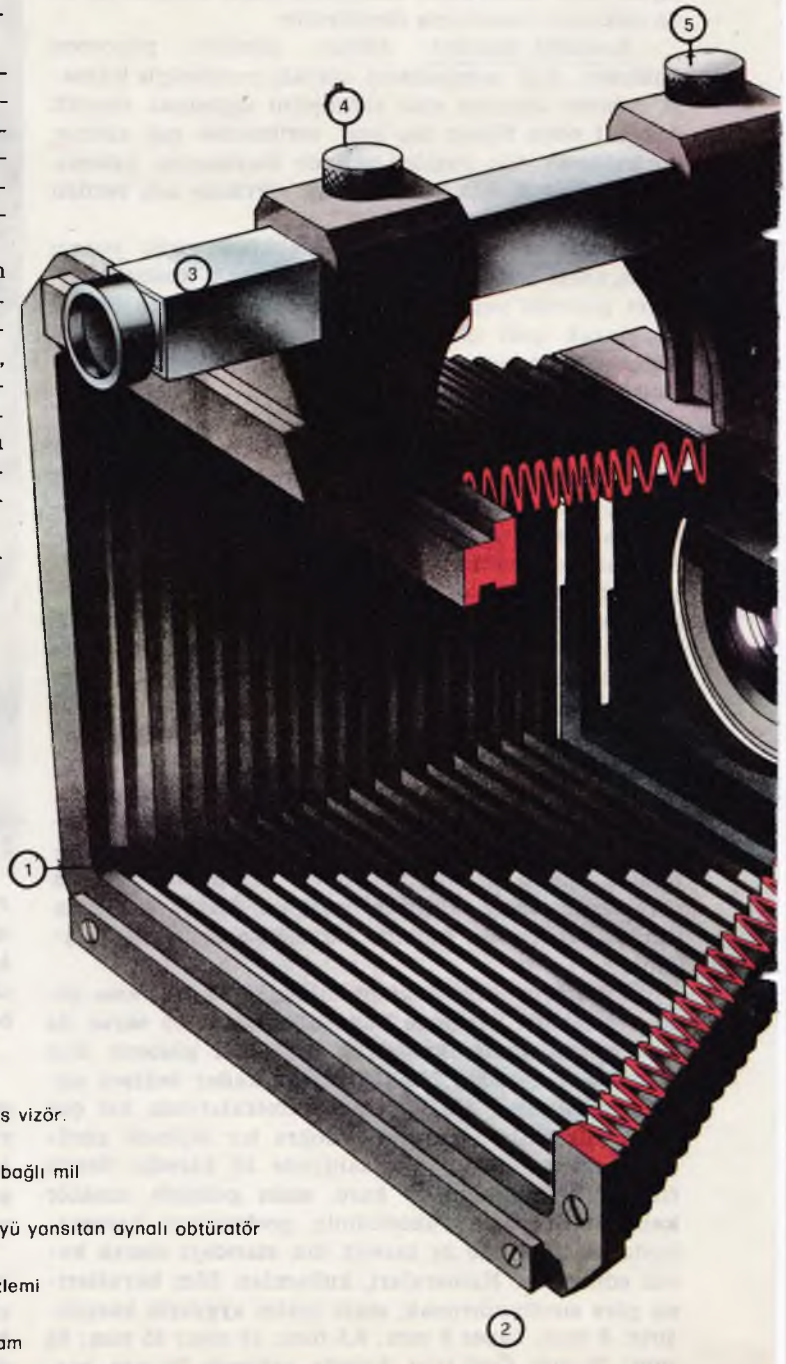
Vizörler: Kameralar vizörlerine göre üçe ayrılır: Refleks olmayanlar; yarı refleks olanlar; refleks olanlar.

Refleks olmayan kameraların üstünde ya da yanında ayrı bir vizör vardır. Bunlar, kameraya takılacak objektiflerin açılarına uygun biçimde ayarlanabilen değişken optik yapıdadır. Ayrıca, ıraklık açısı hatasını (paralaks) önlemeye yarayan ve bütünüyle objektif doğrultusunda hareket edebilecek biçimde ayarlanabilenleri vardır.

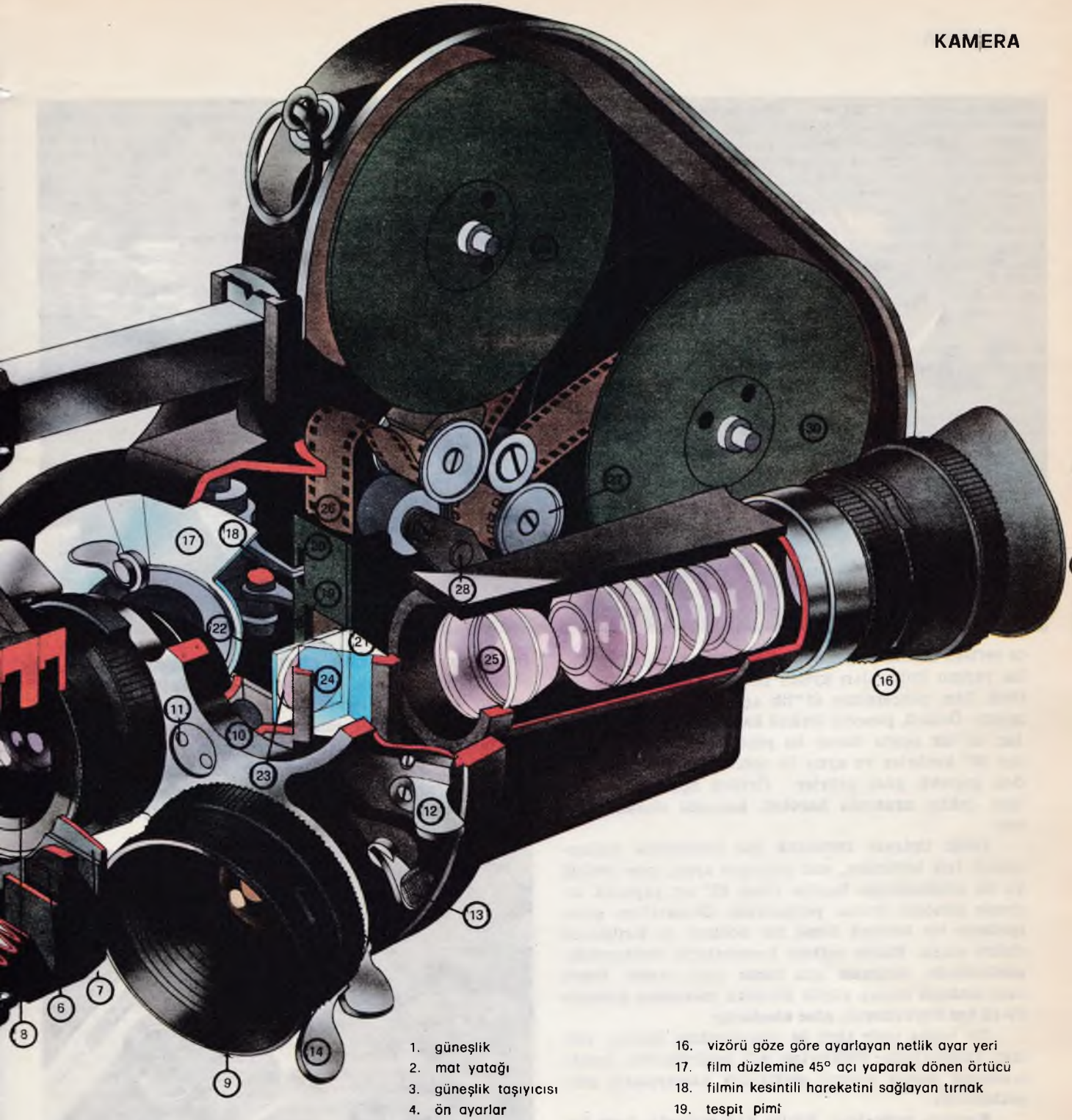
Yarı refleks kameralar, gerçekte refleks olmayan kameralardır. Çekim sırasında bu vizörler kullanılmaz. Yalnızca netleme yapmak için kullanılır. Kamera önünde bulunan ve objektifleri taşıyan disk, döner ya da sağa sola kayar biçimde yapılmıştır. Çekimde kullanılacak objektif, diskle birlikte döndürülerek, vizör önüne getirilip, konu objektifin içinden görülür. Bütün ayarlar objektif vizör önündeyken yapıldıktan sonra, objektif gene pencere önüne kaydırılır.

Refleks kameralar ikiye ayrılır: Aynalı örtücüler-





Aynalı refleks vizör.
1. motor
2. motora bağlı mil
3. dişli
4. görüntüyü yansıtan aynalı obtüratör
5. film
6. film düzlemi
7. objektif
8. buzlu cam
9. prizma
10. vizöre gelen görüntüyü düzenleyen mercekler



1. güneşlik
2. mat yatağı
3. güneşlik taşıyıcısı
4. ön ayarlar
5. arka ayarlar
6. filtre yuvası
7. filtre yuvası
8. çekim objektifi
9. başka bir objektif
10. objektif yuvası
11. objektif yuvası
12. objektif taşıyıcı disk
13. objektif tespit kolu
14. netleme kolları
15. vizör
16. vizörü göze göre ayarlayan netlik ayar yeri
17. film düzlemine 45° açı yaparak dönen örtücü
18. filmin kesintili hareketini sağlayan tırnak
19. tespit pimi
20. film kızağı
21. film düzlemi
22. buzlu cam ekranı
23. büyütme merceği
24. prizma
25. vizör mercekleri
26. film
27. sürekli hareket dişlileri
28. baskı makaraları
29. film besleme makarası
30. film toplama makarası

Bir haber filmi çekimi. (üstte) Bütün aygıtlar aküyle çalıştığından, ayrı bir elektrik kaynağı gerekli değildir. Mikrofonla alınan ses yükseltilerek, kulaklıklı görevlinin çalıştırdığı mikserle ayarlanmaktadır. Sinyaller, kamerada, film üstüne sürülü magnetik şeride kaydedilir. Böylece, ses ile görüntü arasında herhangi bir uyumsuzluğun ortaya çıkması önlenir. Burada kullanılan film «direkt pozitif» diye adlandırılan filmdir.

le refleks olanlar: ışık bölücülerle refleks olanlar. Daha yaygın kullanılan aynalı refleks kameralarda, örtücü, film penceresine 45°'lik açı yaparak yerleştirilmiştir. Örtücü, pencere önünü kapadığında, gelen ışınlar, 45°'lik açıyla duran bu yüzeyi sırlı örtücüye çarpıp 90° kırılırlar ve ayna ile mercekler yoluyla vizörden geçerek, göze gelirler. Örtücü açılıp kapandığı için, çekim sırasında hareket, kesintili olarak görünür.

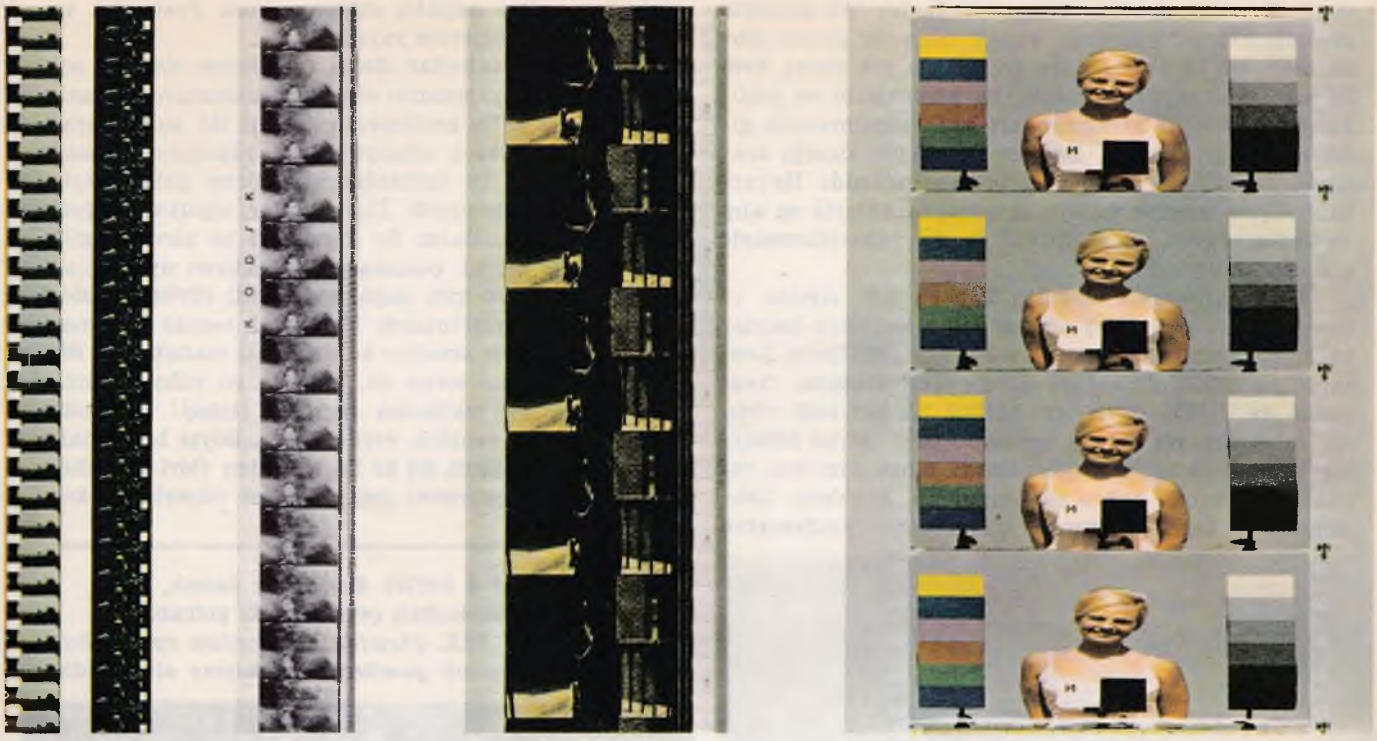
Öteki tipteyse, reflekslik ışık bölücülerle sağlanmıştır. Işık bölücüler, yarı geçirgen ayna, ince pelikül ya da prizmalardır. Bunlar filme 45° açı yapacak biçimde pencere önüne yerleştirilir. Objektiften gelen ışınların bir bölümü filme, bir bölümü de kırılmayla vizöre ulaşır. Bütün refleks kameraların vizörlerinde, görüntünün oluşması için buzlu cam vardır. Buzlu cam üstünde oluşan küçük görüntü, mercekler dizisiyle 10-15 kez büyütülerek, göze ulaştırılır.

Bir başka vizör türü de elektroniktir. Bunlar, refleks kameraların vizörlerine ışık bölücülerden yararlanılarak monte edilmiş elektronik kameralarla gerçekleştirilir.

Kamera motorları: Bütün kameralarda, hem kesintili, hem de sürekli hareketi sağlayan bir motor bulunur. Bazı kameraların kasetlerinde, pozlanmış filmi toplamak için, «tork» adı verilen ve düşük gerilimle çalışan özel motorlar vardır.

İlk kameralar, üstlerindeki bir kolun, kameraman tarafından çevrilmesiyle çalıştırılırdı. Görüntü-

Bir instamatik kamera ve film kartuşu. (sağda) Kartuşların geliştirilmesi, amatör film çekimini kolaylaştırmıştır.



Yaygın kullanımlı filmlerin ölçüleri. (üstte) Soldan sağa: Standart 8 mm; daha küçük dişli delikleri ve daha geniş kareleri olan süper 8 mm; optik seslendirmeli 16 mm; 35 mm'lik sinemaskop; 70 mm'lik film. Arriflex marka 16 mm'lik kamera. (altta) Öndeki körük, stüdyo ışıklarından yansıyan gereksiz parıltıların merceğe ulaşmasını önler. Kameranın sağa, sola, yukarı, aşağı hareketleri, sehpaya bağlı çarklarla sağlanır.

deki süreklilik ve doğruluk, kameramanın becerisine bağlıydı. Bir süre sonra, saat zembereği gibi sıkıştırılmış yaylarla çalışan motorlar yapıldı. Zembereğin istenilen hızda hareket vermesine karşılık, çalışma süresi oldukça sınırlıydı (8-10 metre). Bu da, uzun planların çekimine olanak vermiyordu.

Hâlâ bazı amatör kameralarda zemberekli motorların kullanılmasına karşılık, günümüzdeki kameraların çoğunda, elektrikli motorlardan yararlanılmaktadır. Kameralarda kullanılan elektrikli motorlar, yaptıkları işlere göre birçok türe ayrılır: Değişken hızlı; senkron; tek kare; sabit hızlı; yüksek hızlı; tork; vb.

KANAL

Kanal, sulama, drenaj ve ulaşım için insanlar tarafından yapılmış açık suyoludur.

Kanalların akarsu yollarıyla karıştırılmaması gerekir. Akarsular da, uzunlukları nedeniyle, karaların içlerine kadar ulaşım sağlayan doğal suyollarıdır. Ayrıca, bazı akarsular, geliştirilerek ulaşıma açılabilir. Bunlarda, keskin dönemeçlerin, sığ bölgelerin ve hızlı akış noktalarının ortadan kaldırılmasıyla ve EKLÜZ SİSTEMLERİ eklenmesiyle ulaşım sağlanır.

Eklüzler: Yapay kanalların yapımını olanaklı kılan eklüzler, ilk kez doğal suyollarında ulaşım sağlama amacıyla geliştirilmiş, böylece, akarsu havzaları birbirine bağlanmıştır. İlk eklüzün İ.S. 983 yılında Çin'de yapıldığı söylenmektedir. Ama Ortaçağ'da, bazı Avrupa ülkelerinin, ilk akarsu yolları oluşturma çalışmaları sırasında uyguladıkları *seyir savağı* sisteminden kaynaklanarak, bu sistemi gerçekleştirmiş oldukları

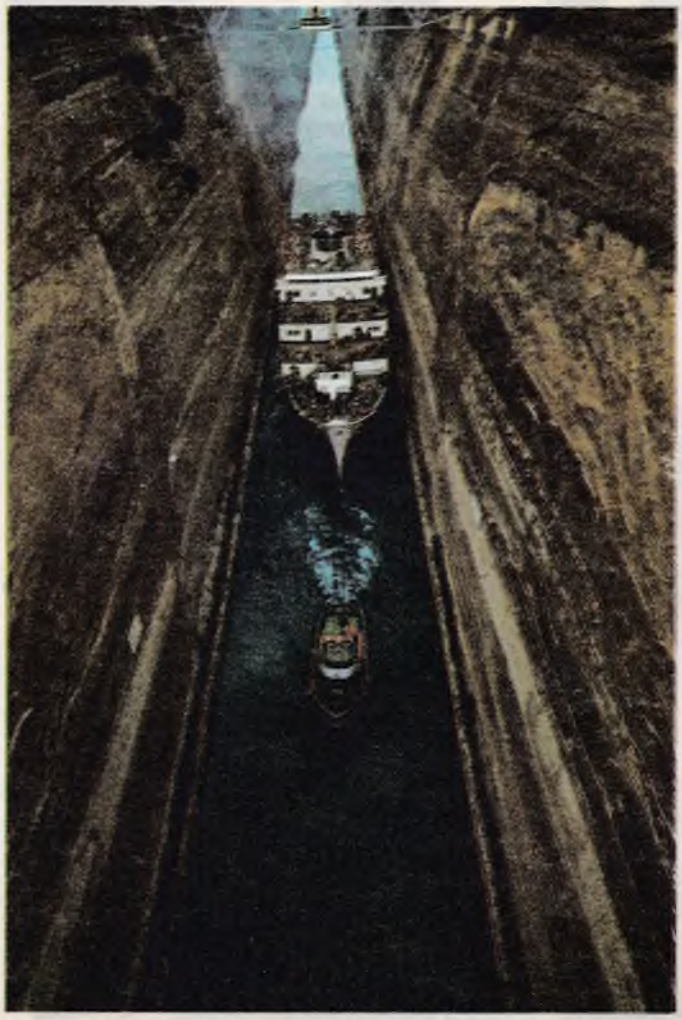
da ileri sürülmektedir. Seyir savağı, bir tek geminin geçebileceği genişlikte bir kapağı olan bir setten oluşuyordu. Bu ilkel sistemden geçiş, hem çok yavaş, hem de çok tehlikeliydi. Zamanla, bu güçlüklerin ve tehlikelerin, iki seyir savağının art arda yapılmasıyla giderilebileceği görüldü. Böylece, iki eklüz kapağı arasında dengeleyici bir havuz ortaya çıkarıldı. Havuzdaki suyun istenen düzeye gelmesi, savaklarla su alıp verilerek, suyun alçaltılması ya da yükseltilmesiyle gerçekleştiriliyordu.

Eski eklüzlerde «giyotin kapak» adı verilen ve kale kapıları gibi dikey olarak açılıp kapanan kapılar vardı. Bu türe benzeyen mitre kapaklı eklüzlerin, Leonardo da VİNCİ'nin buluşu olduğu sanılmaktadır (Leonardo da VİNCİ, böyle bir eklüzü, ilk kez 1482 yılında İtalya'daki bir kanala uygulamıştır). Mitre kapaklar, kapanınca bir V oluştururlardı. V'nin sivri ucu, suyun akış yönüne doğru uzandığından, kapaklar, kendiliğinden kapalı dururdu. İtalya'daki uygulamanın ardından, mitre kapaklı eklüzler, hızla Fransa'ya ve öteki Avrupa ülkelerine yayıldı.

Kanallar: Kanallar, doğal suyollarını ulaşıma açmak için eklüz yapımının yaygınlaşmasından çok sonra ortaya çıktı. Bu gecikmenin nedeni, iki suyolu arasında kalan yüksek araziye kanal yapımının, ancak büyük yatırım ve uzmanlık gerektiren çalışmalarla gerçekleştirilebilmesiydi. İlk kanallar, eşyükselti eğrileri izleyen kanallardı. Su kemerleri ve tüneller gibi büyük çaplı toprak çalışmaları gerektiren uygulamalardan kaçınmak için, doğal eşyükselti eğrilerini izleyecek biçimde yapılırlardı. Ne var ki, toprak çalışmalarının bütünüyle ortadan kaldırılması olanaksızdı. Bir başka kaçınılmaz sorun da, kanalın en yüksek düzeyine, teknelerin eklüzden geçmesi *(lokaj)* sırasında yitirilen suyun yeniden verilmesiydi. Böyle bir kanalda yolalan her gemi, en az iki eklüzden (biri yükselirken, ikincisi alçalırken) geçip, en üst düzeyin iki kez

Üstteki resimde, 1820 yılında Londra'da yapılan Regent kanalı görülmektedir. Resimdeki dar tekneler, günümüzde de İngiltere kanallarının çoğundan yararlanabilecek en geniş gemilerdir. Alttaki resimde yapımı görülen Manchester kanalıysa, önemini hâlâ korumakta ve okyanusa açılan gemilerin, kara içine 58 km girebilmelerini sağlamaktadır.

Yunanistan'daki 6 km'lik Korinthos kanalı, Peloponnesos yarımadası çevresindeki yolculuğu kısaltır. (altta) XIX. yüzyılda kayalardan oyulan bu kanal, 10 000 tonluk gemilerin geçmesine elverişlidir.



su yitirmesine neden olurdu. Özellikle yüksek yaylalarda, yani su vermenin zor olduğu bölgelerde, daha çok miktarda suya gereksinim duyulması, sorunu daha da büyütüyordu.

İlk yüksek arazi kanalı, Fransa'da, Loire ırmağı ile Sen ırmağını birleştirme amacıyla yapıldı. «Briare kanalı» adı verilen 34 km uzunluğundaki bu kanal, toplam olarak 81 m kot farkı sağlayabilen, 40 bentten oluşuyordu. Hugues Cosnier tarafından yapılıp, 1642 yılında hizmete açılan ve büyük ticari başarı kazanan bu ilk örneği, daha büyük bir çalışma izledi. Pierre Paul Riquet'nin 1671-1685 yılları arasında sürdürdüğü çalışmalar sonucu ortaya çıkan Midi kanalıyla, Garonne vadisi Akdeniz'e bağlandı. Midi kanalı 240 km uzunluğundaydı ve 99 bent yardımıyla 189 m'lik bir yüksekliği aşmaktaydı. Riquet, bu yüksek düzeye yeterli suyu sağlama amacıyla, şaşırtıcı önlemler aldı. Massif Central tepelerine büyük bir baraj yaparak, 64 km'lik bir uzaklıktan, besleme havuzları aracılığıyla kanala su getirdi. Midi kanalı, XVII. yüzyılda, inşaat mühendisliğinin en büyük yapıtlarından biri sayıldı ve daha sonraki tasarımlar için bir örnek oluşturdu.

Günümüzde kanallar: Özellikle düşük değerli malların uzun mesafelere taşınmasında çok elverişli olduğu anlaşılan kanallar, zamanla Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde görülmeye başlandı. Ne var ki, büyük tonajlı gemiler ortaya çıktıkça, kanallarda da, bunların geçmesi için gerekli düzeltmelerin yapılması gerekiyordu.

Sözgelimi, Brüksel-Charleroi kanalı, 1895 yılında açıldığı zaman, 400 tonluk teknelerin geçebileceği büyüklükteydi. Ama günümüzde, 1350 tonluk teknelere uygun kapasiteye eriştirilmesi için aşağı yukarı bütünüyle yeniden yapılması gerekmiştir. Bir başka örnek de, Kuzey Hollanda kanalıdır. 1819-1825 yılları arasında, 800 tonluk tekneleri Amsterdam'a ulaştırabilecek nitelikte yapılan bu kanalın, sonradan 2 000 tonluk gemilere uygun hale getirilmesi gerekmiştir.

1846 yılında, Bavyera Kralı Ludwig'in desteğiyle gerçekleştirilen, 100 eklüzlü Ren-Tuna kanalıysa, 1940 yıllarına kadar hizmet görmüş, ama sonradan kullanılmamıştır. 130 tonluk teknelerin geçebileceği büyüklükte olan bu kanalın, çağdaş kanallarla rekabet edebilecek duruma getirilmesi çok zordu. Bu nedenle, günümüzde yerini, aynı bölgeye yapılan ve 1 350 tonluk teknelere uygun büyüklükte olan bir başka kanala bırakmıştır.

İngiltere'de, büyük kanallara örnek olarak yalnızca Manchester kanalı gösterilebilir. 5 eklüzden oluşan 58 km uzunluğundaki bu kanal, 1894 yılında açılmıştır ve 4 500 grostonluk açık deniz gemilerinin, Manchester limanına ulaşmasını sağlar.

Kuzey Amerika'daysa başarılı bir suyolu çalışması olarak, New York eyaleti tarafından yaptırılan ünlü Erie kanalı göze çarpar. Erie kanalı, Hudson ırmağını Erie gölüne bağlama amacıyla, 1817-1825 yılları arasında yapıldı. 82 eklüzün oluşturduğu 584 km uzunluğundaki bu kanal, hizmete girdiği yıllarda, dünyanın en uzun kanalıydı. Üstündeki trafik yoğunlaştıkça, genişletme ve derinleştirme gereksinimi doğdu. 1918 yılında yerini, 2 500 tonluk teknelerin geçebileceği büyüklükteki New York Barge kanalına bıraktı. Barge kanalının kuzeyine St. Lawrence suyolu açıldı (1959). Kısmen kanallardan, kısmen de ırmaklardan oluşan St. Lawrence suyolu, denize açılacak gemilerin Montreal'den Ontario gölüne, oradan da Welland kanalı yoluyla Erie gölüne ulaşmasını sağlamaktadır.

Kuzey Amerika'nın doğusunda kalan öteki kanallar, günümüzde kullanılmamaktadır. Yalnızca Mississippi, kanala dönüştürülmüş çayları ve bunlara bağlı kanallarıyla, 10 000 km'lik bir suyolu ağı oluşturur. Mississippi sistemini ortaya çıkaran suyollarının derinliği 3 m, en küçük eklüzlerinin boyutları da 180 × 30 m'dir. A.B.D'nin güney eyaletlerindeyse, Mississippi sistemine birleşik olan İntracoastal sistemi vardır. Hiç eklüz içermeyen bu sistem, doğal suyolları ile yapay kanalların birlikte oluşturdukları bir ulaşım ağıdır. Gulf İntracoastal, Meksika sınırından başlar, 1600 km'lik bir yoldan sonra, Florida'ya ulaşır. Bu nokta-

Anderton düşey asansörü. (altta) Önceleri gemileri hidrolik olarak kaldırabilen bu düzenek, sonraları elektrikle çalışacak hale getirilmiştir. Sistem, günümüzde ticari amaçla kullanılmaktadır.

dan sonra da, Norfolk'a kadar, Atlantik İntracoastal sistemi uzanır.

Eski eklüzlerle karşılaştırıldığında, günümüzdeki eklüzlerin çok büyük boyutlara ulaştığı görülür. Uzunluk ve genişlik olarak en büyük eklüz, Hollanda'da Kuzey Denizi kanalı üstündeki İjmuiden'dedir: 402 m × 50 m boyutlarında. En büyük kot farklı eklüz ise, 42 m ile Rusya'da İrtiş ırmağı üstündedir. Bunu, Mississippi sistemindeki 34 m kot farklı John Day eklüzü izler.

Bütün büyük eklüzler, ya büyük ırmaklar ya da onlara bağlı sistemler üstünde yeralır. Böylece, eklüze su sağlanması sorun yaratmaz. Bununla birlikte, günümüzde, yüksek noktalardaki eklüzlere su, elektrikli pompalarla verildiğinden, su sorunu, eskiden olduğu gibi eklüz boyutlarının belirlenmesinde önemli bir etmen olmaktan çıkmıştır.

Tekne asansörleri: Günümüzde eklüzlere su verilmesi, pompalarla oldukça kolaylaştırılmıştır. Ama kanalların çok sayıda eklüzden oluşması, zaman yitimine de neden olduğundan, hâlâ sakıncalı bulunmaktadır. Bundan dolayı, gemilerin bir düzeyden ötekine geçirilmesinde başka yollar da denenmiştir. Bunlardan, 1875 yılında yapılan İngiltere'deki Anderton düzey asansörü oldukça ilgi çekicidir. Gemilerin, Trent ve Mersey kanallarından, Weaver ırmağına indirilmesini sağlayan ve günümüzde artık kullanılmayan bu asansörü gerçekleştiren mühendisler, Belçika'daki Centre kanalında da aynı türden dört büyük asansör yapmışlardır. Bu sistemler, günümüzde 400 tonluk gemiler için bile kullanılabilmektedir. Gene, Belçika'daki Brüksel-Charleroi kanalı üstündeki Ronquières eğimli asansörü, kanal çalışması olarak, dünyanın en ilgi çekici ve görkemli yapıtıdır: 1,6 km uzunluğundadır; 1 350 tonluk gemilerin 67 m'lik bir yüksekliğe kaldırılmasını sağlar. Başka bir modern yapıt da, Güney Fransa'daki Montech'de Garonne kanalı üstünde bulunan, tekne asansörüdür. Teknenin lokomotiflerle tahrik edilen bir betonarme setle itilerek, eğik bir düzlem boyunca yukarı doğru üçgen kesitli bir havuz içinde yükselmesi sağlanır.

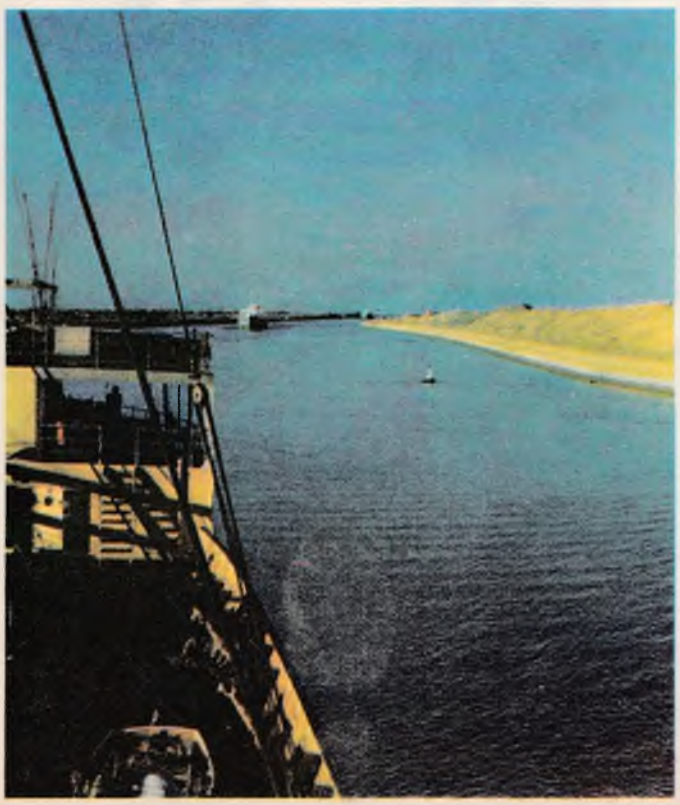
Deniz kanalları: Başka bir kanal türü de, çeşitli deniz yollarını kısaltma amacıyla yapılan ve iki denizi bağlayan kanallardır. Ne var ki, bu kanallar, gemi boyutlarının günden güne büyümesi nedeniyle, kısa sürede yetersiz kalmaktadır. İskoçya'da, Wrath burnu çevresindeki uzun ve tehlikeli yolculuğu önleme amacıyla, Great Glen ovası üstünde yapılan Kaledonya kanalı, buharlı gemilerin ortaya çıkışı ve gemi boyutlarının hızla büyümesi sonucu yetersiz kalmıştır. Telford tarafından yapılan İsveç'teki Göta kanalı da, günümüzün gereksinimini karşılamaktan uzaktır.

XIX. yüzyılın en ünlü kanal yapımcısı, Süveyş kanalının yapımını başaran, Fransız Ferdinand de Lesseps'tir. 160 km uzunluğundaki bu kanalın, üstünde hiç eklüz bulunmaması nedeniyle, genişletilmesi oldukça kolay olmuştur.

Fransa'nın Garonne kanalı üstündeki eğimli asansör. (solda) Tekneler bir havuza girmekte ve havuz hareketli bir setle 13 m yukarıya çekilmektedir.

Bazı durumlarda uzay araçlarının parçaları bile suyoluyla taşınmaktadır. Resimde (altta) Saturn aracının bir parçası taşınırken görülmektedir.

Panama kanalının en üst noktasını oluşturan Gatun gölü, denizden 26 m yüksektedir. (üstte) Bu yapay göl, çok yağmur düşen bir bölgeye yapıldığından su sorunu kendiliğinden çözülür. Alttaki resimde görülen Süveyş kanalı deniz düzeyindedir.



De Lesseps, Atlas Okyanusu ile Büyük Okyanusu, Panama kıstağında birbirine bağlayacak 80 km uzunluğunda bir başka kanal daha planlamıştı. Ne var ki, 1881'den 1889'a kadar sürdürülen yoğun çalışmaya karşılık, iklim ve çevre koşulları, bu planın gerçekleştirilmesini engelledi. İşçilerin çoğu sıtma ve sarıhummaya yakalandı. Çalışmalar sırasında Panama tepelerinin sert kaya yapıları, büyük kaymalara neden oldu. Günümüzün Panama kanalı, eklüzlerden oluşmaktadır ve A.B.D. tarafından yapılıp, 1914 yılında hizmete sokulmuştur. Ancak, bu kanalın da çok küçük olduğu söylenmekte ve Lesseps'in de düşlediği gibi, hiç kapak içermeyen büyük bir kanala dönüştürülmesi tasarlanmaktadır.

İlk kanal girişimleri, demiryolu çalışmalarından yaklaşık 200 yıl önce görüldüğü için, kanallar, inşaat mühendisliğinin en eski yapıtlarından biri sayılabilir. 1870'li yıllarda, mekanik kazma makinalarının ortaya çıkışına kadar, bütün kanallar elle kazılır, yatakları kille sıvanarak su geçirmez hale getirilirdi. Günümüzün kanallarıysa, betonla kaplanmaktadır.

Kanallarda çeşitli tahrik sistemlerinden yararlanılmıştır: Yelken; çekme (önceleri insan ya da atlar, sonra buharlı römorkörler ya da raylı çekiciler). Günümüzdeyse, aşağı yukarı yalnızca, dizel motorlu kendinden tahrikli tekneler kullanılmaktadır. Bu gemilerin tek sakıncası, kanal kıyılarına, oluşturdukları dalgalarla zarar vermeleridir. Kıyılar bu dalgalardan korunmak için, metal plakalarla sağlamlaştırılır. Beygirgücü başına taşınan yük miktarı göz önüne alındığında, kanalların, günümüzde de, insanoğlunun yapımını başardığı en ucuz kara içi taşıma biçimi olduğu ortaya çıkmaktadır.

KANALİZASYON Bk. DRENAJ

KAN GRUBU SAPTAMA

Kan aktarımı yapılmadan önce, kan veren kişi ile kan alacak olan hastanın kanlarının uyuşup uyuşmadığını belirlemek için, kan grupları saptanır. Kan grubu saptanması, adli tıp alanında da sık sık başvurulan işlemlerden biridir.

İnsanlarda raslanan kan, genellikle *A*, *B*, *AB* ya da *O* grubudur. Grupların belirlenmesi için alyuvarların yüzeylerinde yeralan A ve B *antijen*lerinin bulunup bulunmadığına bakılır. Bu antijenlerden birini taşıyan kan, taşıdığı antijenin adına göre «*A grubu*» ya da «*B grubu*» diye adlandırılır. Hem A, hem B antijeninin bulunduğu kanlara «*AB grubu*», hiç birinin bulunmadığı kanlara da «*O grubu*» adı verilir. Antijenler, bedenin zararlı madde ve organizmalara karşı savunmasını sağlayan *antikor*ların oluşumunu hızlandırırlar. Antikorlar, yabancı antijenlere kimyasal bağlarla bağlanarak, onları zararsız duruma getirirler. Kanda normal olarak kendi içinde *bulunmayan* kan antijenlerine karşı da antikorlar vardır. A grubu kan-

KAN GRUBU SAPTAMA

da *anti-B*, B grubu kanda *anti-A* bulunur. AB grubu kanda iki antikor da bulunmaz. O grubu kanda ise hem A, hem de B antikorları bulunur.

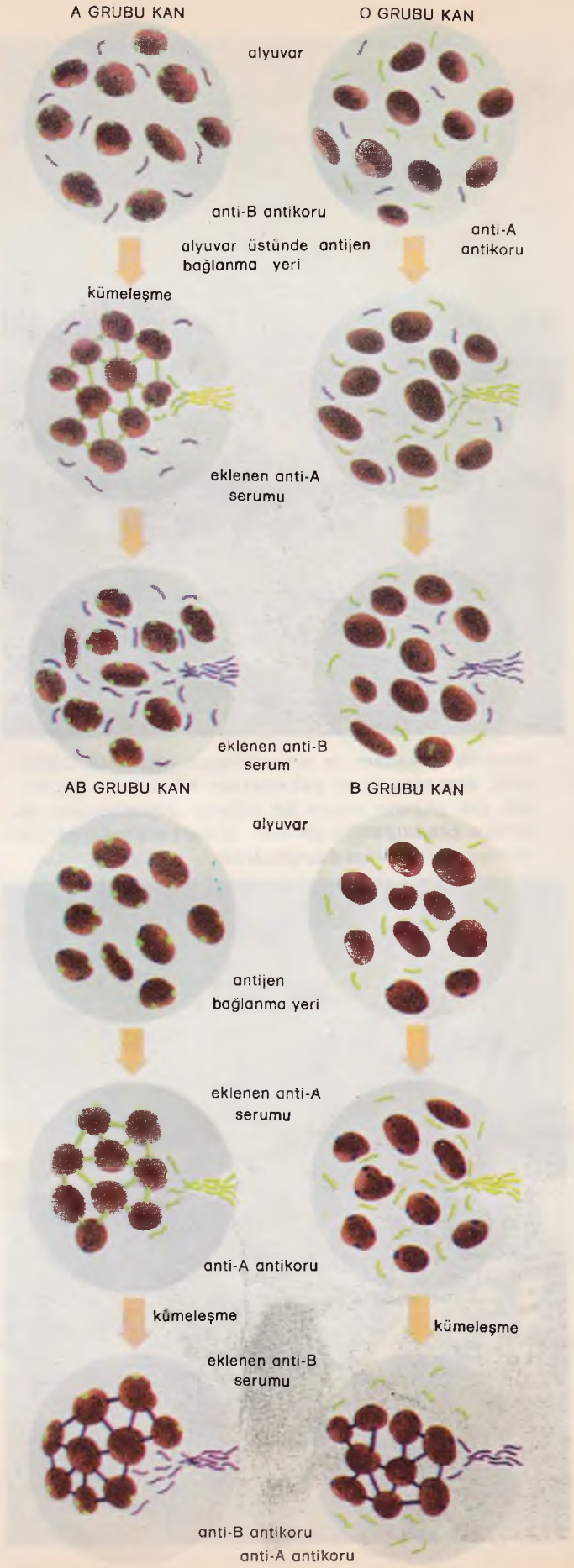
A grubu kanın alyuvarları, «anti-A» adı verilen antikoru içeren serumla (alyuvarlarından ve pıhtılaştırıcı öğelerinden arındırılmış kan) karışırsa, kandaki alyuvarlar belirli bir biçimde kümeleşirler (ya da birikişirler). Aynı biçimde anti-B serumla karışan B grubu kan da kümeleşir. AB grubu kan, hem anti-A, hem de anti-B serumla kümeleşir; O grubu kanda ne A, ne de B antijeni bulunduğundan, kümeleşme olmaz.

Görüldüğü gibi, değişik gruplardan kan aktarımı sonucunda oluşan kümeleşme (birikişme, aglütinasyon) hastayı ölüme kadar sürükleyebileceğinden, verici ile hastanın kan gruplarının karşılaştırılması çok önemlidir.

Saptama tekniği: Kan grubunu belirlemek için uygulanan yöntem oldukça yalındır. Kandan alyuvarlar SANTRİFÜJ yöntemiyle çıkarıldıktan sonra, serum, bilinen antikorları içeren antiserumlarla karış-

Bir hastadan alınan kan örneğinin, özel serum örnekleriyle karşılaştırılması. (üstte) Uyuşmayan serum, alyuvarların kümeleşmesine yolaçar.

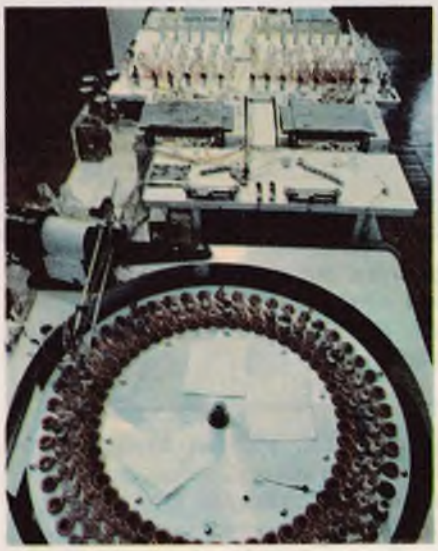
Değişik kan gruplarının hücre ve serumlarının karıştırılmasından ortaya çıkan tepkimeler. (sağda) Kanda bulunan antikorlar, başka gruptan kanın alyuvarlarındaki antijen bağlanma yerleriyle birleşerek, kümeleşmeye yolaçar. O grubu serumda, hem anti-A, hem de anti-B antikorları bulunduğundan, bu serumun eklenmesi A, B, *ve* AB *grubu kanların kümeleşmesine yolaçar. O grubu kanın alyuvarlarında antijenlerin bağlanacağı yer bulunmadığından, başka serumların eklenmesi bu kanda değişiklik yaratmaz. A grubu kan, B grubunu, B grubu kan da, A grubunu kümeleştirir. Bu iki cins kan, AB grubunu kümeleştirir. AB grubu kan serumunda antikor bulunmaz.*



tırılır ve kümeleşme gözlenir. Cam tüp, lam ve üstünde sıvıların yerleştirildiği yuvalar bulunan levhalar gibi oldukça yalın gereçler yeterlidir. Antiserumlar, bilinen antijenlerin, hayvanlara ya da gönüllülere verilmesi sonucunda, bunların kanlarında oluşur. Söz konusu gönüllülerden ya da hayvanlardan alınan serum da, grupların belirlenmesinde kullanılır.

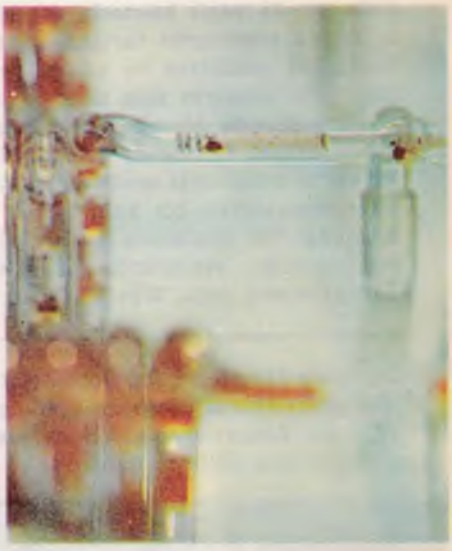
Alyuvarlarda «*Rhesus etmeni*» (ya da Rhesus faktörü) adı verilen bir başka antijen daha bulunabilir. Bu antijeni bulunduran kanlara «Rh-pozitif» *(RH+)* denir. Bu antijen yoksa kan, Rh-negatiftir *(RH—)*. Rh-negatif kanlarda, normal olarak anti-Rh antikoru bulunmaz. Kanı Rh-negatif olan bir kadın, Rh-pozitif bir çocuk taşıdığı zaman, bu antikor oluşabilir. Böylece, kanı bu açıdan duyarlılık kazanan kadının, ikinci gebelikte çocuğu gene Rh-pozitif olursa, çocuk, doğum sırasında kanı bütünüyle değiştirilmezse ölebilir.

Kan aktarımı için, hem alıcının, hem de vericinin kanları A,B,O grupları ve Rh-etmeni yönünden incelenir. Tümünün uyuştukları kesinlikle belirlenir; son bir önlem olarak da, vericinin alyuvarları ile alıcının



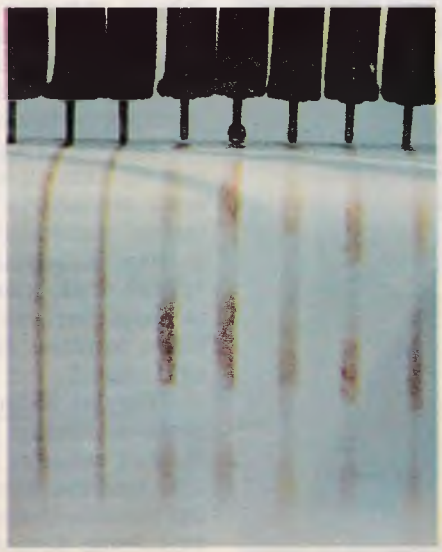
Otomatik kan grubu çözümleyicisi. Öndeki, örnekleri taşıyan tabladır. Alıcı uçlar, tabladaki örneklerden plazma ve alyuvarları alır, çözümlemeye gönderirler.

Çözümleyicinin 15 kanalı vardır. Örnekler birbirlerinden aralarındaki temizleyici çözeltiyle ayrılırlar. On örnekte bir de, yeşil boya yeralır.



Kümeleşme (örneğin saptanmasına olanak sağlayan, antijenler ile antikorların birleşmesi) gösteren, pozitif sonuç veren kan.

Teknisyen, testlerin sonucunu okuyarak, kan verenlerin özelliklerini ilgili kağıda doldurur.



Kaydedici, hep aynı hızda hareket eden, filtre kağıdından yapılmış bir rulodur.

Kan aktarımı için hazırlanmış, gruplanmış ve tarihlenmiş kanlar, 4°—6°C arasında saklanır.

serumu karıştırılır. Bu gruplama dışında, daha birçok ek ve ikincil gruplamalar yapılabilir. Adli tıpta, kan örneklerinin daha kesin biçimde belirlenmesi için, yaklaşık bir düzine gruplama sisteminden yararlanılır.

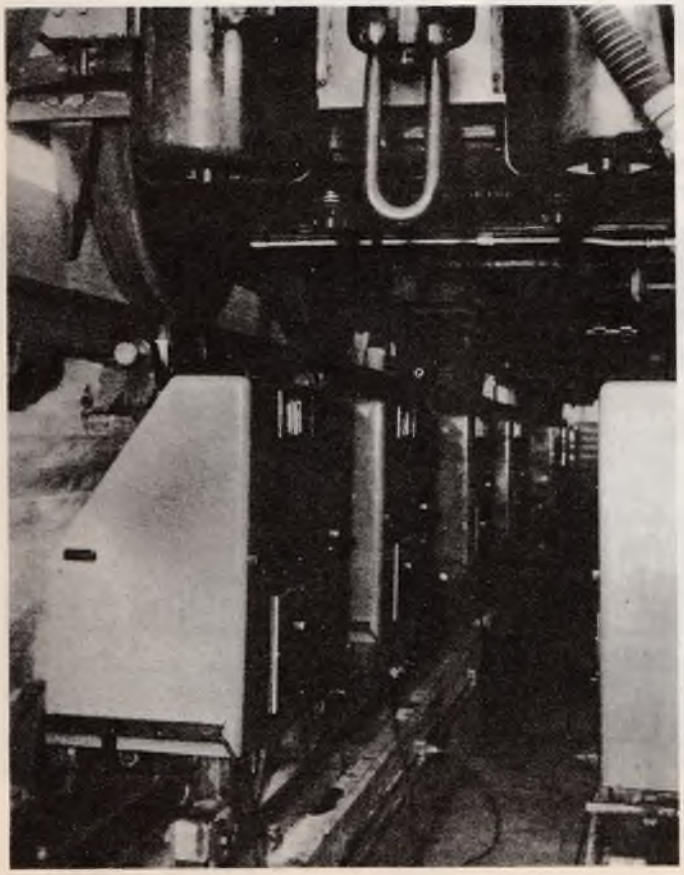
KANTAR (taşıtlar için)

Taşıt kantarı, 5 tonun üstündeki tekerlekli taşıtları tartmaya yarar.

XVIII. yüzyılın ortalarına kadar, tartma işleri, kollu ya da yaylı kantarla yapılmaktaydı. Araba gibi büyük nesnelerin tartılması bu araçlarla oldukça zordu. At çözülüyor ve araba, yerden yükselene kadar kollu kantarın kısa ucunda askıya alınıyordu.

İngiltere'de birçok yeni kantar yapıldı. Bunların en başarılısı, Lichfield yakınlarında yaşayan John Wyatt'ın geliştirdiği modeldi. Bu kantar, geniş bir levhayı destekleyen bir kaldıraçtan oluşuyordu. Levha, herhangi bir noktasına yerleştirilen ağırlığı gösterecek biçimde yerleştirilmişti. Günümüzün mekanik kantarlarının çoğu, Wyatt'ın tartı sistemine dayanır.

Derby'de (İngiltere) bir lokomotif kantarı. (altta) Her tekerlekteki ağırlığın ayrı ayrı ölçülmesiyle, ağırlığın dengesiz dağıldığı durumlarda, yanlış sonuçlar elde edilmesi önlenir.



Kamyon tartmaya yarayan bir elektronik kantar. (üstte) Boş kamyonun ağırlığı biliniyorsa, yükün ağırlığı hesaplanabilir. Kantarın altında, üç ağırlık saptama noktası görülmektedir.

Karayolu kantarları: XX. yüzyılın başlarında, standart (4,8 m × 2,6 m) boyutlarda, 20 ton kapasiteli karayolu kantarları yapılmaktaydı. Günümüzde standartlar, 21 m × 3 m ölçülerine ve 80 ton kapasiteye kadar çıkmaktadır. Bunun dışında, 30 m'den uzun ve 100 tondan büyük kapasiteli, özel amaçlı kantarlar da yapılmaktadır.

Demiryolu kantarları: Taşıma ücretlerinin saptanması için vagonları tartma gereksinimi, demiryollarının ilk günlerinde ortaya çıkmıştır. Değişik uzunluktaki vagonları trenden ayırmadan tartma zorunluğu, bileşik kantarın geliştirilmesine yolaçmıştır. Bileşik kantarda, iki ya da daha çok kantar tek bir göstergeye bağlanır. Böylece, vagonların, istenirse tek tek, istenirse de toplam ağırlıkları ölçülebilir.

Elektronik kantarlar: İlk elektronik taşıt kantarı, 1963 Kasımında yapıldı. O tarihten bu yana elektronik kantarların sayısı günden güne arttı. Elektronik tartma yöntemlerinin taşıt kantarlarına uygulanması, hem kantarların çeşitli yerlere kurulabilmesini (çünkü artık, gösterge, bir kaldıraç sistemiyle kantara bağlanmıyordu), hem de elektronik bilgi değerlendirme aygıtları gibi donanımlardan yararlanma olanağı sağladı.

Hareket halindeyken tartma: Birbirine bağlı vagonların hareket halinde tartılması, eskiden, ancak yaklaşık sonuçlar alınabilecek biçimde yapılırdı. Yöntem, temelde, hareket halindeki trenin ibrede yarattığı salınımın, usta bir kantarcı tarafından değerlendirilmesine dayanırdı. Elektronik kantardaysa, sistem çok hızlı yanıt verdiğinden, gerçek ağırlıklar saptanabilmektedir. Kısa bir süre içinde, tekil ağırlık değerlerinin ortalaması alınır. Bu yöntemle tartmanın,

zaman ve enerji açısından büyük yararı vardır. Özellikle MANEVRA İSTASYONU'ndan durmadan geçen ve tek tip yük taşıyan (sözgelimi, madenden taşınan kömür) ağır yük trenlerinde çok elverişlidir

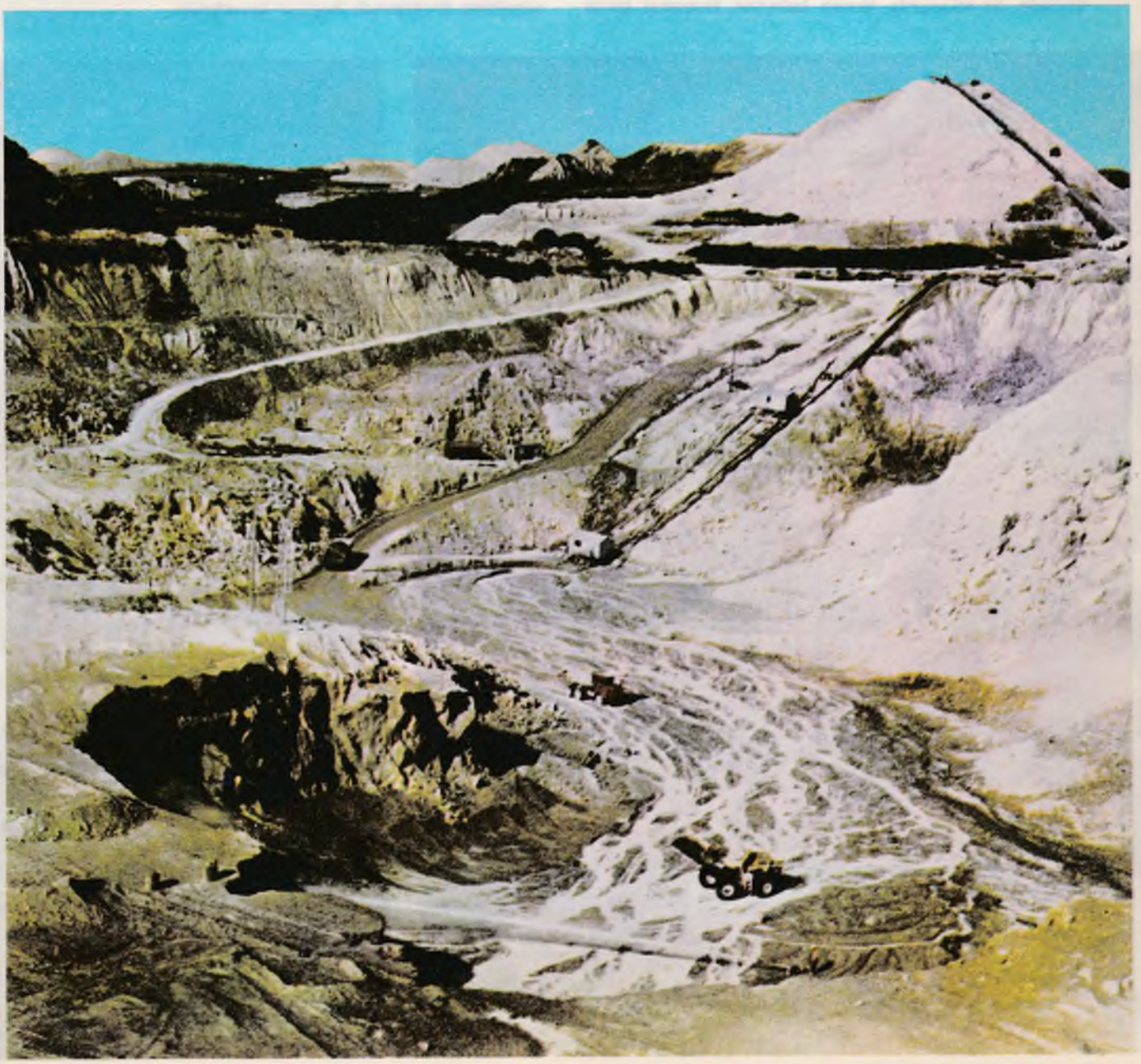
KAOLİN

Seramik endüstrisinin temel maddesi olan kaolin ya da porselen kili, İ.Ö 1000 yıllarında (belki de daha önce) Çinliler tarafından bilinmekteydi. Kaolinin PORSELEN yapımında söz konusu dönemde kullanıldığını gösteren eşyalar bulunmuştur. Hang-çou yakınlarındaki An-hûy ve Hu-Nan mezarlarında Batı Çouları döneminden (İ.Ö. 1000 — 900) kalma porselen eşyalar buna örnek gösterilebilir.

Kaolinin oluşumu: Kaolin, içinde hidratlı alüminyum silikat ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) bulunan kaolinitten oluşmuş, beyaz, yumuşak bir kildir. Bununla birlikte, doğal halde, genellikle alüminyumun yerini almış bir miktar demir, titanyum ve alkalilerle birlikte bulunur.

Kaolin, granitin ve erimiş kaya kütlelerinin soğumasıyla oluşan öteki volkanik kayaçların doğal bozunması sonucu ortaya çıkar. Bu taşların kile dönüşmesi, çeşitli yollarla gerçekleşmektedir; ama başlıca-

İngiltere'deki bir kaolin yatağı. (altta) Geri planda kuvars tepecikleri, ön plandaysa bir yüksek basınç monitoru görülmektedir.



ları, *hidrotermal* dönüşüm ve *süperjenik* aşınma etkisiyle olanlardır. Hidrotermal dönüşüm, sıcak asitli volkanik çözeltilerin, yerkabuğunu zorlayıp yüzeye çıktığı yerlerde, alkali yapıdaki feldispatlarla karşılaşıp, onları kaoline dönüştürmesi olayıdır. Feldispatlar, alüminyum, silisyum ve oksijenin, potasyum, sodyum, kalsiyum ve baryumla birleşmesiyle ortaya çıkan, kayaç oluşturucu önemli mineral gruplarından biridir.

Süperjenik aşınma etkisiyse, karbonik asit ve toprak asitleri içeren yeryüzü sularının, kayaların üstlerinden süzülerek feldispatı kaolinleştirmesidir.

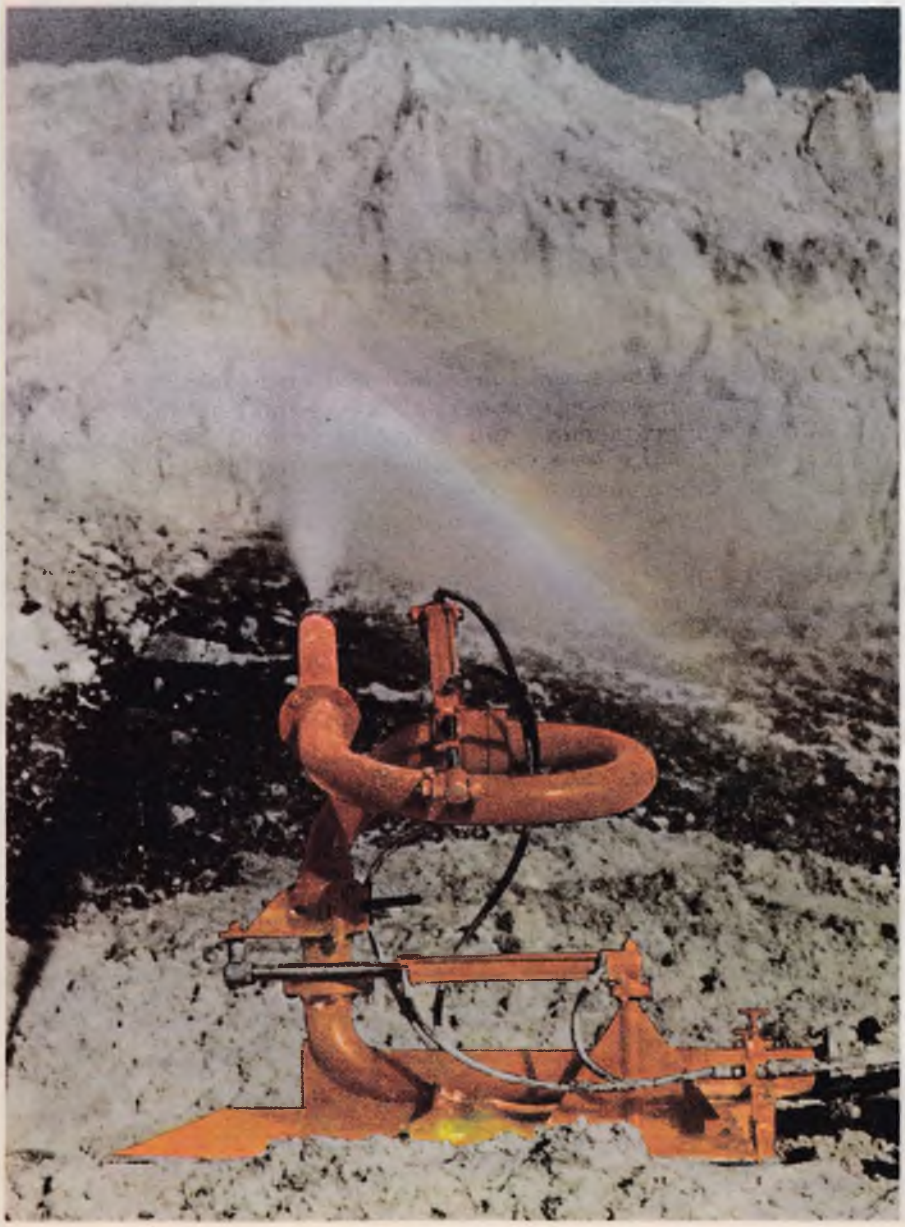
Kaolin yatakları: Oluşum yerlerinde bulunan kaolin yataklarına «birincil», sularla başka yere taşınanlara da «ikincil» denir. Dünyadaki kaolin yataklarının çoğu, «birincil» türdendir. Dünyanın birçok ülkesinde, az miktarda kaolin bulunur. Bununla birlikte, işletmeye değer büyük yataklar yalnızca, Çin'de, Japonya'da, İngiltere'de, A.B.D'nde, Çekoslovakya'da, Fransa'da, Doğu ve Batı Almanya'da, S.S.C.B'nde ve İspanya'dadır.

Çıkarılması: Birincil kaolin kayası, kaolin ile granitin ana maddesi olan kuvars ve mika içeren, beyaz, yumuşak bir maddedir. Kili çıkarmak için yapılan ilk

---

Kum ve kili yıkamak için, bir yatağa, 24 bara varan basınçla su püskürten monitor. (altta solda)

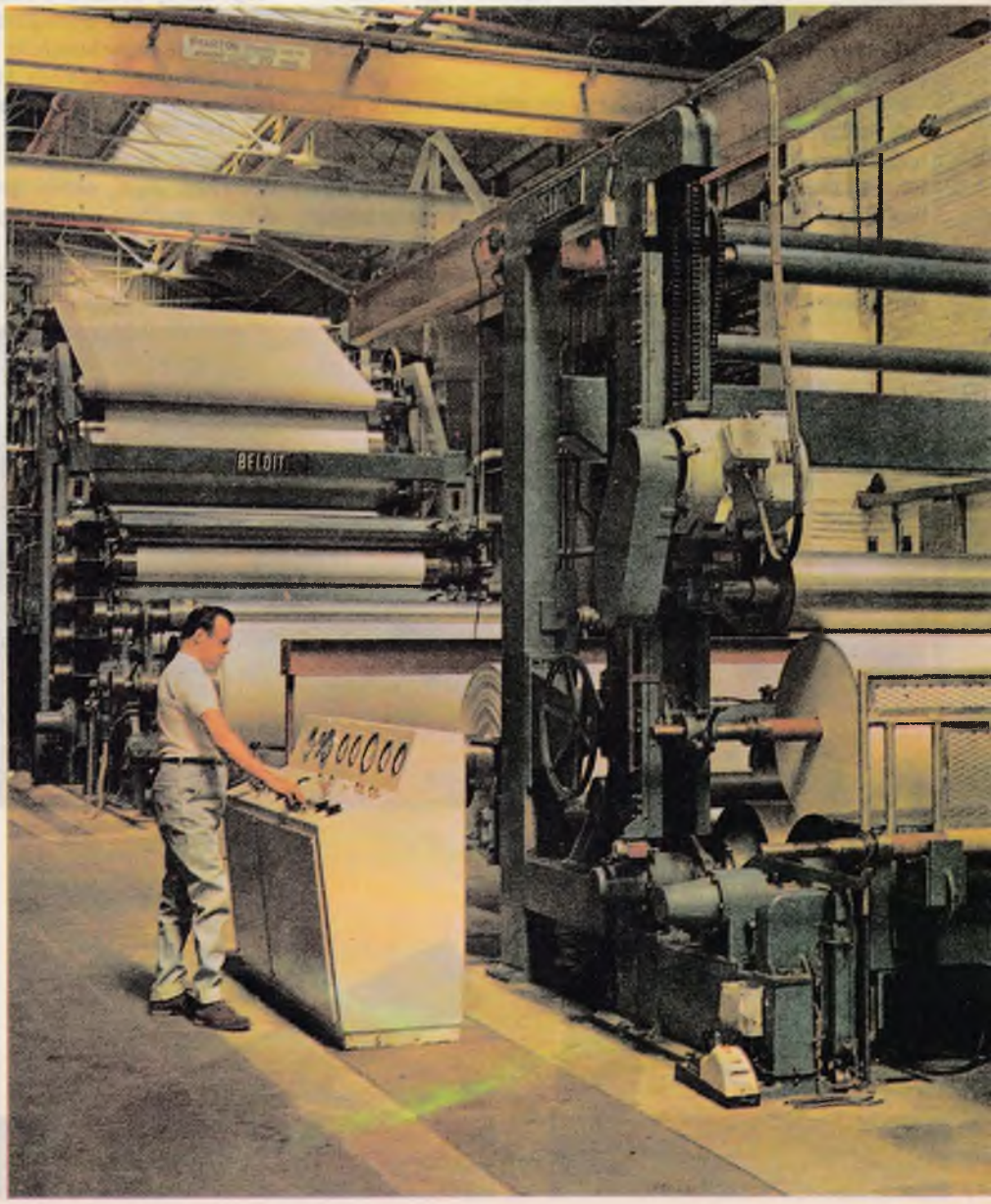
Bir yataktan özel bir kil türünün çıkarılması için, kompresör kullanılması. (altta sağda) Bu kil, çömlek yapımında kullanılır ve bazı porselen eşyaların üretiminde kaoline karıştırılır.



işlem, üst toprak tabakasının, öteki örtü maddelerinin ve renksizleşmiş kilin grayderle alınmasıdır. Ardından, ortaya çıkan kaolin yatağı, «*monitor*» denilen ve 24 bar basınçla çalışan su hortumlarıyla yıkanır. Yıkama suyu, kil, kuvars ve mika içerir. Bu su, iri kuvars kumunun ayrıldığı tesislere pompalanır. Kumun ayrılmasından sonra kilin suyu alınır, elekten geçirilir ve kalan suyun atılması için, sıkma preslerine gönderilir. Presten çıkan kil kalıplar, parçalanır ve nem içeriği istenen miktara gelinceye kadar, döner kurutucularda kurutulur. İstenirse, öğütülerek toz haline getirilir.

Kullanılışı: Kaolin, eskiden yalnızca porselen yapımında kullanılırdı. Günümüzde, çeşitli süs ve sofra eşyalarının yanı sıra, fayans yapımında, elektrik ve teknik aygıtların bazı parçalarında da yararlanılmaktadır. Ama bunlar, kaolinin başlıca kullanım alanları değildir. Günümüzde dünyada üretilen kaolinin % 78'i, dolgu ve kaplayıcı boyarmadde olarak kağıt endüstrisinde, yüzde 14'ü seramik endüstrisinde, % 8'i de boya, polimer, ilaç ve gübre endüstrilerinde kullanılır. Kaolin, kağıdın yumuşaklığını ve saydamsızlığını artırır. Nitelikli kille kaplanan kağıdın, beyazlığı ve parlaklığı artar, yüzeyi pürüzsüzleşir. Günümüzde dünya kaolin üretimi, yaklaşık 14 milyon tondur.

Kaolin, hem dolgu maddesi, hem de ince ve parlak kaplama maddesi olarak, kağıt endüstrilerinde çok kullanılır. (altta) Nitelikli kağıtlarda, kağıt ağırlığının yaklaşık % 30'unu kaolin oluşturur.



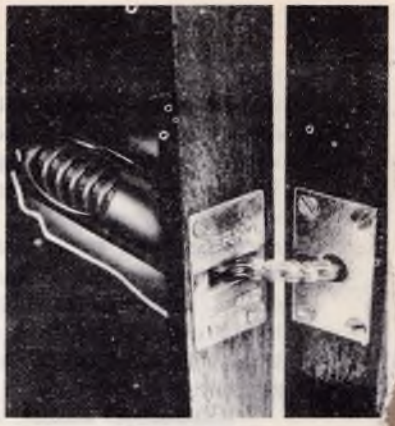
KAPASİTANS (elektriksel) Bk. SIĞA (elektriksel)

KAPASİTÖR Bk. KONDANSATÖR

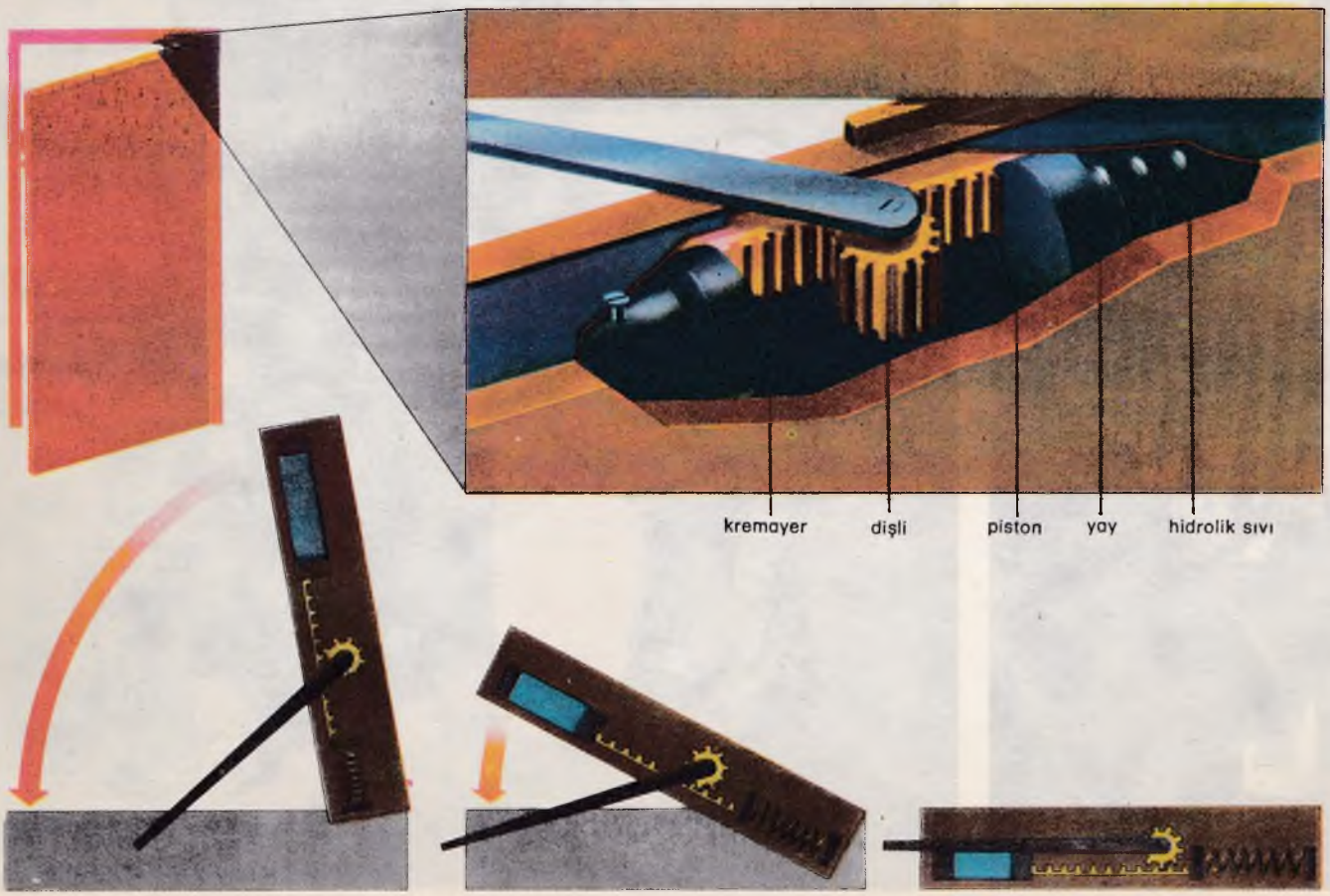
KAPI KAPAMA DÜZENEKLERİ

En yalın kapı kapama düzeneği yaydır; ama yay, kapıyı oldukça hızlı kapatarak, çarpmasına yolaçar. Pnömatik (havalı) ya da hidrolik kapı düzenekleriyse, yay ile pistonu birleştirerek, yay kapıyı kaparken, pistonun bir şok emici (amortisör) görevi yapmasını sağlarlar. Böylece, hem kapının hareket hızı denetim altına alınır, hem de Yale tipi kilitlerde, kilidin içindeki yay için bir «yerine geçme» basıncı oluşturulur.

Yazların çok sıcak, kışların da oldukça soğuk geçtiği bölgelerdeki evlerde, «rüzgar kapıları» adı verilen, ikinci kapılar kullanılır. Rüzgar kapısı, değiştirilebilen parçalardan oluşan hafif bir kapıdır: Kış ayları için bir cam pano; yaz için, esintiyi engellemeyip böceklerin içeri girmemesini sağlayan bir tel. Bu hafif kapılarda genellikle, bir yay ile ucuz pnömatik kapı düzenekleri kullanılır. Yalın bir hava silindiri içe-



Bir gizli kapı kapama düzeneği. (üstte solda) Döşemeye yerleştirilerek üstü metal kapakla örtülen bu kapı kapama düzeneği, iki yöne de açılabilen kapılarda kullanılmaktadır. Kapının iç kenarına tutturulmuş bir yay silindiri ile kapı pervazına yerleştirilen bir dayanaktan oluşan, bütünüyle ayarlanabilir bir kapama düzeneği. (üstte sağda) Ağırlığı 50 kg'ı geçmeyen standart tek ya da çift kanatlı iç kapılarda kullanılabilir ve 180°'den küçük her açıda hareket edebilir. Otomatik kapı kapama düzeneği. (altta) Kapı açılırken dişli, eksen çevresinde, kremayer boyunca döner, pistonu yoğun sıvı basıncına karşı geri iter ve yayı sıkıştırır. Kapı bırakıldığı zaman piston geri gelir ve yağ, tek yönlü kapakçıktan geçerek yavaşça ön bölmeye akar.



ren alüminyum borudan oluşan bu pnömatik kapı düzenekleri, bisiklet pompasına benzer. Yay kapıyı kapatırken, borunun içindeki hava basıncı yavaş yavaş azalarak, çarpışı yavaşlatır. Aygıtın bir ucunda menteşeli bir dirsek vardır, öteki ucu da, daha küçük bir dirseğe bağlı olan piston kolunun bulunduğu uçtur. Aygıt, kapı ile çerçeve arasına yerleştirilir.

Bir mağazanın ön kapısı gibi, sık sık açılıp kapanan daha ağır kapılardaysa *hidrolik* silindirli otomatik kapı kapama düzeneği gibi gelişmiş aygıtlar kullanılır. Hidrolik kapı düzeneği, normal bir sarmal yay içeriyorsa dikdörtgen, zemberekli yapılmışsa çömlek biçiminde olur. Ama, iki durumda da, içinde bir kremayer mekanizması bulunur.

Düzenek kapıya takılır; gövdeden çıkan dişli mil, bir kolla çerçeveye bağlanır. Kapı açıldığı zaman bu kol, mili döndürür; mil de, piston gövdesindeki kremayeri harekete geçiren dişliyi döndürerek kremayerin, yay basıncına karşı geri itilmesine yolaçar. Çömlek biçimindeki kapı düzeneğinde, çubuğun dönmesi zembereği sarar; dikdörtgen biçimindekindeyse yay, pistonun arkasındaki silindirin içindedir.

Pistonun geri itilmesi, yağın tek yönlü bir kapakçıktan geçerek, aygıtın ön bölümüne akmasını sağlar. Kapı bırakıldığı zaman, yayın hareketi, pistonu yuvası içinde geri iter, mili döndürür, böylece kapı kapanır. Kapının kapanış hızı, yağı yavaşça silindirin içine geri akıtan küçük bir kapakçık tarafından denetlenir. Kapının hareketi, kapakçığın büyüklüğünün değiştirilmesiyle isteğe göre ayarlanabilir. Ayarlama vidası gevşetilerek, yağın kolay akması ve kapının oldukça hızlı kapanması sağlanabilir. Aygıtın ayarlanabilir olmasının bir nedeni, soğuk havalarda yağın koyulaşması ve zor akmasıdır. Kuşkusuz, akıcılık derecesi, aşağı yukarı her zaman aynı olan, yüksek nitelikli silikonlu yağlar da kullanılabilir. Bazı düzeneklerde kapının kapanış süresi, 3 saniye ile 120 saniye arasında değiştirilebilir.

Yerine oturtma işlemi, gerekirse, piston hareketinin en sonunda yağın akışına, ikinci bir küçük kapakçık yoluyla kısa devre yaptırılarak gerçekleştirilir. Yağın basıncı kalkınca, yay, kapıyı yerine iyice oturtan son bir itiş sağlar.

Söz konusu hidrolik kapı kapama düzenekleri, en çok kullanılan türlerdir; ama özel koşullara uygun olarak yapılan başka çeşitler de vardır: İstenen sürelerde kapıyı açık tutanlar; kapının görünüşünü bozmayan, bütünüyle gizli düzenekler; içlerine yerleştirilmiş elektronik ısı saptayıcılarıyla, yangın çıktığı zaman otomatik olarak kapıları kapatanlar; vb.

KARABİNA

Karabina, günümüzde pek kullanılmayan, kısa namlulu, hafif bir tüfektir. Ateşli silahların geliştirilmeye başlandığı yıllarda, baruttan yeterince yararlanıp hedefi vurabilmek için, uzun namlulara gereksinim duyuldu; bunun sonucu olarak, yalnızca piyadenin kullanabileceği büyük ve ağır tüfekler ortaya çıktı. Silahın ağır, namlunun da uzun olması, ateş edenin, çatallı bir destek kullanmasını gerektiriyordu. Süvariler, bu tür bir silahla ateş edebilmek için, önce atlarından inip, hayvanlarını bağlamak zorunda kalıyorlardı. Ayrıca, falya barutunun açıkta bulunması, silahın rüzgar ve yağmur altında ateşlenmesini zorlaştırıyordu. Süvariler için elverişli bir silah, ancak çarklı ateşleme mekanizmasının (Bk. ATEŞLEME MEKANİZMALARI) ortaya çıkarılmasıyla yapılabilirdi. Böylece, süvari birlikleri, barutun bulunmasıyla savaş alanlarında sağlayamadıkları üstünlüğü, çarklı mekanizmalı tüfeklerle elde ettiler. Ne var ki, bu yeni silahın da menzili yeterince uzun olmadığından, süvariler, iyi eğitim görmüş piyadelere karşı başarılı sonuçlar alamıyorlardı. Bu nedenle, döner çakmaklı karabina geliştirildi. Karabina, döner çakmaklı tüfeğe benzemekteydi, ama namlusu daha kısaydı.

İlk önemli kuyruktan doldurulan silah, 1826'da yapılmış olan Hall çakmaklı tüfeğiydi. 1840 yılında, gene John Hall'ın yönetiminde yapılan ve kuyruktan doldurulan kapsüllü tüfek ise, 25 yıl sürekli olarak yapılıp kullanıldı. Bu Hall tüfekleri, ilk standart parçalı tüfeklerdi.

Hall karabinasının en büyük özelliklerinden biri,

1859 yılında yapılmış bu resimde, elinde karabinasıyla bir İtalyan jandarması görülmektedir.

Yukarda görülen karabinalardan üstteki, 1862 yılında yapılmış bir Sharps modelidir. Bu silah, o yıllarda, yaban sığırı avında kullanılmış ve binlerce hayvanın öldürülmesine neden olmuştur. Alttaki silah ise, AR 15 ya da Armalite diye tanımlanan, 5,5 mm kalibreli, otomatik bir karabinadır. 1960 yıllarında geliştirilmiş ve Vietnam'da kullanılmıştır.

kuyruktan doldurma blokunun, tek bir vidanın sökülmesiyle çıkarılabilmesiydi. Silahın bu parçası, cepte taşınabilmekte ve bir tabanca olarak kullanılabilmekteydi. Söz konusu parçanın namlusu olmamasına karşılık, attığı mermi, 3 m'ye kadar etkili olmaktaydı.

Ateşli silahlarda sağlanan söz konusu gelişmelerle süvariler yeniden, saldırı kıtalarındaki yerlerini aldılar. Bununla birlikte, çarpışmalarda, daha çok, cephe yanlarını savunma güçleri ve keşif birlikleri olarak yararlı olmaktaydılar. Piyadelerin kullandıkları tüfeklerin daha kısa namlulu olanlarını kullanan süvariler, genellikle atlarından inerek atış yapmaktaydılar. Birçok orduda süvariler, atları yere yatırıp üstlerinden ateş edebilecek biçimde eğitilmekteydi. Bununla birlikte, at üstünde uzun namlulu tüfek taşımanın güçlüğü nedeniyle, süvariler için kısa namlulu tüfekler büyük bir gereksinmeydi. Namlu uzunluğu genellikle 50 cm'nin altında olan karabina, etkili menzilinin kısa olmasına karşılık, bu bakımdan elverişli bir silahtı.

Sharps karabinaları: XIX. yüzyılın ikinci yarısında, Avrupa'da süvarilerden oluşan saldırı birliklerinin, modern silahlar kullanan, iyi eğitilmiş piyade karşısında, etkisiz kaldığı görüldü ve süvari birliklerinin rollerinde değişiklikler yapılmaya başlandı. Ama, aynı yıllarda A.B.D'nde durum farklıydı. Bu büyük ülkede, mesafelerin çok uzun olması ve Batı'ya doğru yapılan göçler nedeniyle at, önemli bir taşıt aracı haline geldi. İç Savaş ve Kızılderililerle yapılan çarpışmalar, karabinanın yapımının artmasına yolaçtı. Hem askeri alanda kullanılmak için, hem de avcılar için bu tür yeni silahlar yapıldı. Bunların en ünlülerinden biri, Philadelphia'lı Christian Sharps'ın yapmış olduğu Sharps karabinalarıydı. A.B.D'nde, savaştan sonra karabina, yaban sığırı avcıları tarafından kullanılan bir silah oldu. Ne var ki, bu hayvanların sürekli olarak öldürülmesi, beyazlar ile yaşamlarını bu hayvanlarla sürdüren Kızılderililer arasında yeni çarpışmaların çıkmasına neden oldu.

Spencer karabinası: 1860 yıllarında yapılmış olan Spencer karabinası da tanınmış bir silahtır. Bu silah A.B.D. ordusuna önerilen, arka arkaya mermi atan ateşli silahların ilkiydi. Başlangıçta, ordu yetkilileri, Spencer karabinasıyla ilgilenmediler. Ama bir süre sonra, Abraham Lincoln, silahı kendisi denedi ve süvari birlikleri tarafından kullanılması buyruğunu verdi. Spencer karabinası, A.B.D'nde İç Savaş'ta başarıyla kullanıldı.

XX. yüzyıl başlarında, daha kısa namlulu ve daha hafif silahların yapılmasıyla, karabina üretimi durdu. Bununla birlikte, İkinci Dünya savaşı sırasında, büyüklük ve etki bakımından tabanca ile tüfek arasında yeralan, yakın savaşta kullanılabilecek bir silaha gereksinme duyuldu. O yıllarda yapılmış olan en ünlü karabinalar, A.B.D. yapısı M1 ve M2'ydi. Ancak, 1950'lerin ikinci yarısından sonra yapılan yeni hafif tüfekler, karabinaları yeniden kullanım dışı bıraktı.

KARAKTER TANIMA

«Karakter tanıma», makinayla ya da elle yazılmış bir metnin, otomatik olarak okunma sürecine verilen addır. Karakter tanıma makinaları, genellikle, bilgilerin bilgisayar sistemlerine verilmesi için kullanılır. Bu bilgilerin büyük bir bölümünün insanlar tarafın-

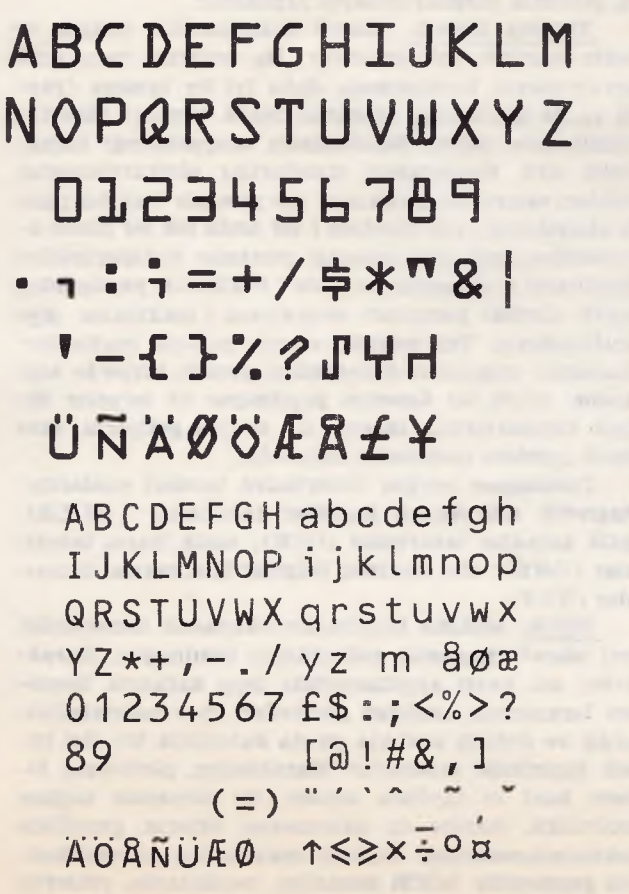
dan oluşturulmuş ya da okunacak olması, aynı belgelerin, hem makinalar, hem de insanlar tarafından kullanılabilecek biçimde olmasını gerektirir. Alışılmış yöntemde, veri girişinde, belgeleri okumada ve bilgiyi, bilgisayara giriş yapılabilecek kağıt şerit ya da delikli kartlara yazmada, delgi operatörleri kullanılır (Bk. DELİKLİ KART MAKİNALARI). Bu yöntem, pahalı olmasının yanı sıra, sık sık yanlış yapılmasına da yolaçar. Bu yüzden, büyük miktarda bilginin söz konusu olduğu bazı bilgisayar sistemlerinde, karakter tanıma makinalarından yararlanılır.

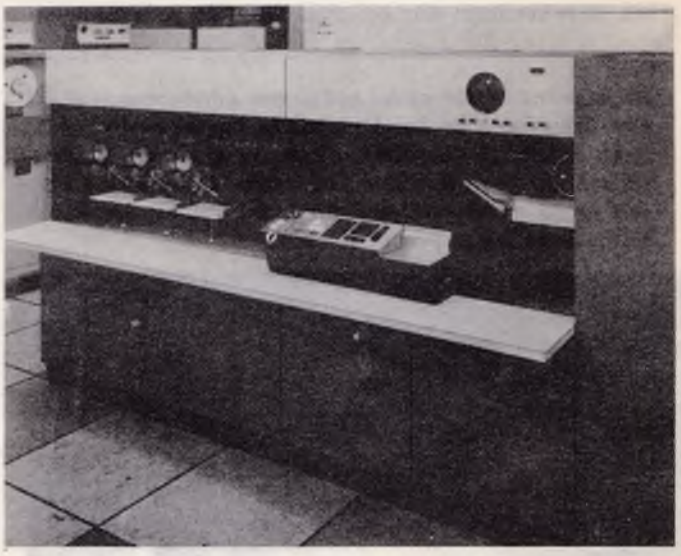
İnsanlar için okumanın oldukça kolay olmasına karşılık, aynı işi yapacak bir makinanın tasarımında çok sayıda sorunla karşılaşılır. Sözgelimi, insanlar, belirsiz bir karakterin ne olabileceğine, sözün gelişine bakarak karar verebilirler. Oysa, bir makinaya, böyle bir özellik kazandırmak çok güçtür. Makinada karakter, yalnızca biçime ilişkin bilgilere dayanılarak tanınır.

Bir karakter tanıma makinasının ana parçaları şunlardır: Üstünde karakterlerin yazılı olduğu kağıdı ya da başka bir ortamı hareket ettiren *belge iletici* sistem; kağıdı tarayan ve görüntüyü elektrik sinyaline çeviren bir *tarayıcı;* gelen sinyalleri, tanıyıcı için standartlaştıran bir *ön-işlemci;* o anda hangi karakterin görülmekte olduğuna «karar veren» *tanıyıcı.* Söz konusu işlemlerin gerçekleştirilmesi için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bunlardan hangisinin elverişli olduğuna, tanınacak karakterlerin tipine ve makinanın çalıştırılacağı hıza göre karar verilir. Aşağıda, sayfadan optik yollarla karakter okuyan makinalar anlatılmaktadır.

Belge iletimi: Karakter tanıma makinasının en pahalı parçası, üstünde karakterler bulunan kağıt kartı, mikrofilmi ya da çetele şeridini hareket ettiren belge iletim mekanizmasıdır. Belgelerin, hareketsiz bir tarama kafasının önünden geçirildiği belge okuyucularında, yüksek aktarma hızlarının (saniyede okunan karakter) elde edilmesi için, yüksek kağıt hızı ve karmaşık mekanik, pnömatik sistemler gerekir. Optik tarama yapılırken belgelerin hareketsiz tutulduğu sayfa okuyucularında, kağıt hareketinin hızı düşüktür. Ama bunlarda da, tek tek sayfaların sıkışıp buruşmadan iletilmesi, bazı sorunlar yaratır. Sayfa okuyucularda karşılaşılan kağıt iletimi sorunları, temelde, delikli kart makinası, FOTOKOPİ MAKİNASI, vb. aygıtlardakine benzer. Son yıllarda, elde tutulan bir çubukla tarama yapan karakter tanıma makinaları da geliştirilmiştir. Bu tür aygıtlar, süpermarketlerde, malların üstündeki kodları ve etiketleri okumak gibi amaçlarla kullanılır.

Tarayıcı: Tarayıcının işlevi, kağıt üstündeki görüntüyü, kolayca işlenebilecek elektrik sinyallerine çevirmektir. Taramada yararlanılan yöntem, onu izleyen tanıma işleminin biçimine bağlıdır. Karakter, FOTOSEL gibi bir dizi ışığa duyarlı algılayıcı üstüne





Çok yönlü optik okuyucu. (üstte) Bu makina, daktiloyla, baskı makinasıyla ve elle yazılmış karakterlerin yanı sıra, kurşun kalem işaretlerini ve aynı form üstünde bulunan çeşitli işaretleri okuyabilir. Okunacak belgeler klavyenin sağındaki depoya yerleştirilir. Okunduktan sonra, otomatik olarak sıraya konularak, soldaki üç depodan birine gönderilir. Dairesel ekran, okuma kafalarını sıraya koymada kullanılır.

Optik okuyucular tarafından işlenebilen belge ve formlarda kullanılan iki yaygın karakter türü (solda): Üstte OCR-A, altta da OCR-B görülmektedir.

düşürülen dar bir ışık demetiyle aydınlatılabilir. Başka bir yöntem de, karakterlerin televizyonlardaki çizgi tarayıcılarına benzer biçimde, tek tek ışık noktalarıyla taranmasıdır. Yansıyan ışık, tek bir ışığa duyarlı algılayıcıda (genellikle FOTOÇOĞALTICI TÜP) toplanır.

İki yöntemde de, kağıt üstündeki bir noktanın, bir başka noktaya göre parlaklığını belirten elektrik sinyalleri üretilir.

Tarama sırasında kaçırılan bilginin yeniden elde edilememesi nedeniyle, tarayıcının düzgün çalışması büyük önem taşır. Sorunlardan biri, bir dizi karakterin doğru olarak tanınmasını sağlamaktır. Büyüklükleri değişmeyen karakter ve belgelerin mekanik olarak sıralanması genellikle yeterli olur. Buna karşılık, kesin boyutlu olmayan girdiler için, daha ileri teknikler kullanmak gerekir. Makina, ancak böylece çizgilerin konum ve doğrultularını ortaya çıkarabilir.

Ön-işlemci : Kağıt üstündeki görüntüler, gri renkli ayrıntılardan oluşur. Sinyaller, yalnızca iki düzeyden oluşan ikili koda çevrilirse, çok daha kolay işlenebilir. Bu, görüntünün koyu ya da açık olmasına göre değişen analog sinyallerin, görüntünün her parçasını siyah ya da beyaz olarak belirleyecek hale getirilmesi anlamına gelir. Ne var ki, söz konusu yöntem, karakterleri önemli ölçüde bozabilir. Sözgelimi, kağıt üstündeki bir leke, hafif basılmış bir karakterden daha koyu olabilir. Baskı mekanizmasındaki bir bozukluk, karakterlerin düz bir çizgi üstünde yeralmamasına yolaçabilir. Bu durumda karakterlerin konumunun algılanması ve tanıma işleminden önce standart bir durumda kaydedilmesi gerekir. Bu teknikler, «ön-işlem» diye adlandırılır.

Tanıyıcı: Karakter tanıma makinalarının çoğunda, «*şablonla karşılaştırma*» diye adlandırılan bir tanıma tekniği kullanılır. Karakterin işlenmiş ikili görüntüsü, makinanın tanıyabileceği bir dizi karakterle, nokta nokta karşılaştırılır. Görünen karakter, şablondaki karakterlerden birine benzetilerek tanınır. Bu işleme «*korelasyon*» (ilişkilendirme) adı verilir. Karakter, şablondakilerden hiç birine uymazsa, geçersizdir. Şablonlar, genellikle, karakterlerin istatistiksel olarak belirlenmiş tanımlarıdır ve makinanın tanıyacağı karakterlere ilişkin çok sayıda örnek incelenerek, makinanın tasarımı sırasında otomatik olarak hazırlanır. Karşılaştırma işlemi genellikle elektronik olarak, analog hesaplama tekniklerinden yararlanılarak gerçekleştirilir ve binlerce karakterin bir saniyede tanınmasını sağlar. Hızı sınırlayan tek etmen, belge iletimidir. Baskı niteliğinin ve belge temizliğinin iyi denetlendiği uygulamalarda, geçersizlik oranı % 1'in altına indirilir.

Elle yazılmış karakterlerde, çok büyük farklılıkların söz konusu olması nedeniyle, doğrudan şablonla karşılaştırma yapılmaz. Belgeler, önce eğrilik ya da karakterlerin fazlalıkları gibi özelliklerin ayıklanması için bir ön-işlemden geçirilir. Tanıma, bundan sonra, şablonla karşılaştırmayla yapılabilir.

Tanıma türleri: Genel kullanımdaki daktilo ve baskı harfleri çok çeşitlidir. Bu nedenle, tanınacak karakterlerin kısıtlanması, daha iyi bir tanıma (yanlış ya da geçersizlik oranının düşük olması) düzeyine ulaşılmasını sağlar. Makinaların okuyabileceği karakterler için, uluslararası standartlar oluşturulmuştur. Bunları okuyacak makinalar *tek puntolu* (tek bir punto okuyabilen), *çok puntolu* (bir anda tek bir punto okuyabilen, ama okuyabileceği puntolar değiştirilebilen makinalar), *otomatik puntolu* (değişiklik yapılmadan çeşitli türdeki puntoları okuyabilen) makinalar diye sınıflandırılır. Tek puntolu ve çok puntolu makinalar, okunacak belgelerin denetimden geçtiği yerlerde kullanılır. Böyle bir denetim yapılmıyor ve belgeler değişik kaynaklardan rasgele bir sırayla geliyorsa, otomatik puntolu makinalar kullanılır.

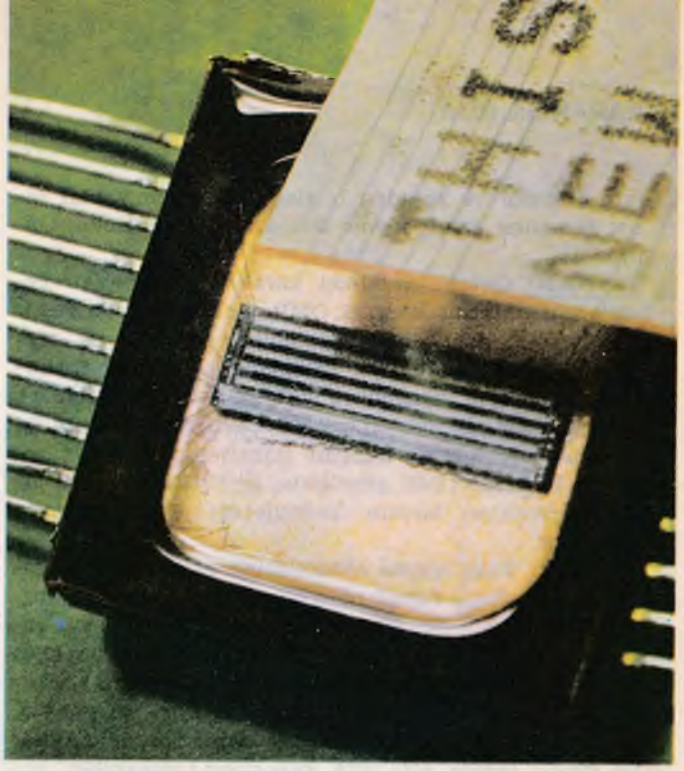
Tanımanın yaygın türlerinden bazıları şunlardır: Magnetik mürekkepli karakter tanıyıcılar *(MİCR)*; optik karakter tanıyıcılar *(OCR)*; optik işaret tanıyıcılar *(OMR)*; elle basılmış belgeler için sayısal tanıyıcılar *(HNR)*.

MİCR: Makina tarafından okunacak karakterler, özel olarak magnetik mürekkeple basılmıştır. Karakterler, ses kayıt aygıtlarındaki teyp kafasına benzeyen tarayıcının altından geçmeden önce mıknatıslandırılır ve değişik aralıkta ya da kalınlıkta bir dizi çubuk biçiminde tanınırlar. Karakterler, görünüşte bilinen harf ve sayılara benzer. Bu yöntemin başlıca üstünlüğü, lekeler ile istenmeyen eklerin genellikle mıknatıslanmaması, böylece makinadan kaydedilmeden geçmesidir. MİCR donanımı, bankalarda, çeklerin,

Bir süpermarkette «bilgi yakalama donanımı». (altta) Her ürün, ince ve kalın çizgilerle kodlanmıştır. Işıklı kalem ya da çubuk, çizgilerin üstünden geçer ve kod, bir teyp kasetine kaydedilir. Daha sonra teyp geri sarılır ve bir telefon hattıyla bu bilgiler, depolama bölümünün bilgisayarına gönderilir.

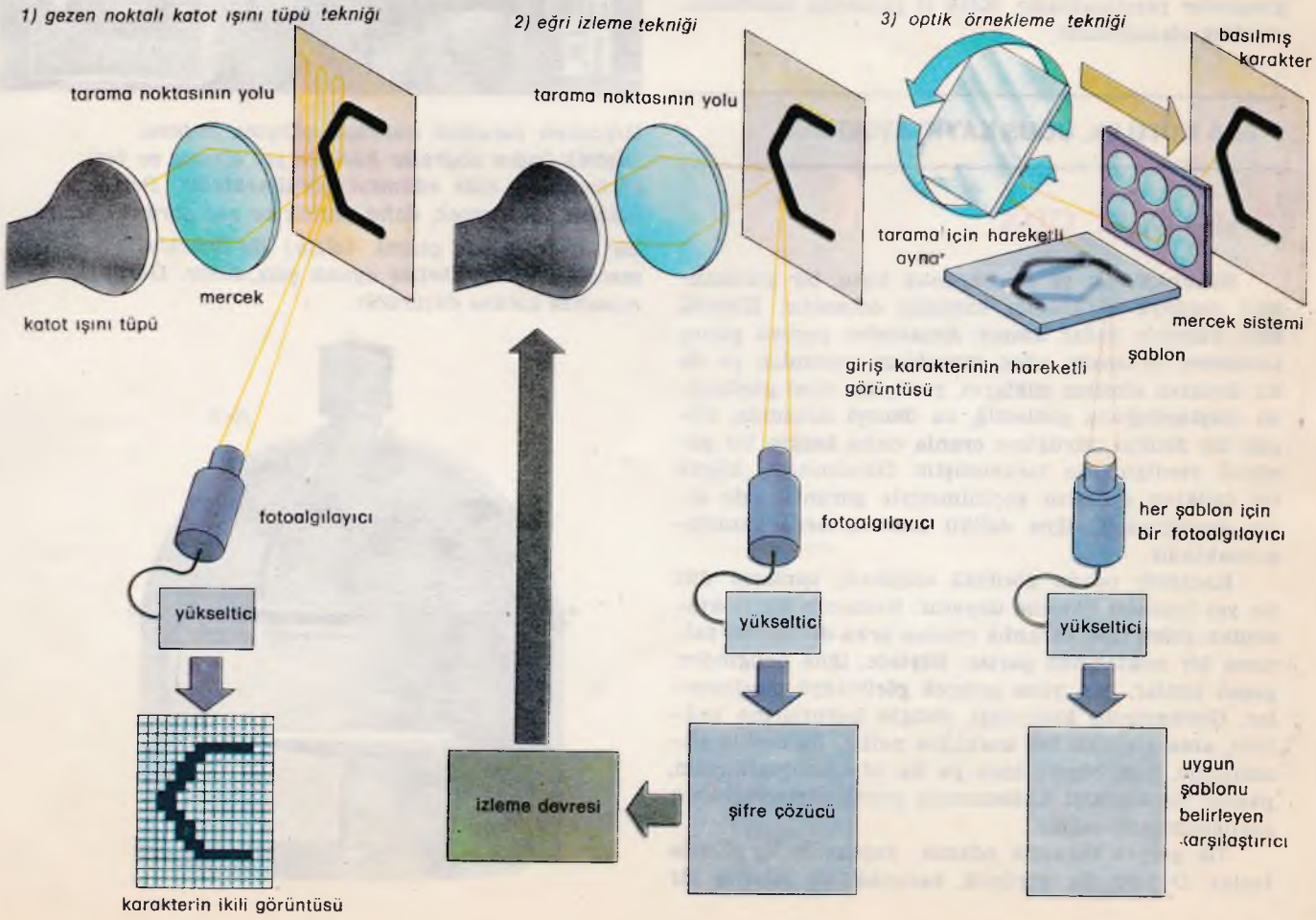
altlarına magnetik mürekkeple basılmış olan kodlanmış bilgiye göre sıralanmasında kullanılır.

OCR: Bu, normal mürekkeple yazılmış karakterlerin optik olarak okunması işlemine verilen addır. OCR için uluslararası anlaşmalarla belirlenmiş karakter cinsleri, *OCR-A* ve *OCR-B*'dir. OCR-A, makinanın daha kolay okuyabileceği biçimdeki karakterlerden, OCR-B ise, insanların daha rahat okuyacağı karakterlerden oluşur. İki türde de, karakterlerin biçim ve boyutları, birbirine karışmamaları için dikkatle seçilmiştir. OCR'nin tipik bir uygulama örneği, senet gibi elden ele dolaşan belgelerin işlenmesidir. Bunlar, bilgisayarlarda basılmış olabilir, sonra müşteri-



Bir optik okuyucu «göz»ü. (üstte) Bir silikon plaka üstünde, her birinde 72 fotodiyot bulunan 5 dizi vardır. Karakterler, mercekler yardımıyla fotodiyotlar üstüne düşürülür ve sırayla her fotodiyotun çıkışı alınır. Bu yolla, görüntüye karşılık gelen bir elektrik sinyali elde edilir.

Optik karakter tanıma yöntemleri (altta). — 1. Gezen noktalı katot ışını tüpü tekniği. Nokta, karakterleri sayfa boyunca bir dizi düşey çizgi halinde tarar. Yansıyan ışık daha sonra, bir fotoalgılayıcı tarafından toplanarak,ya saklanır ya da ikili görüntüye göre incelenir. — 2. Eğri izleme tekniğinde de katot ışını tüpü kullanılır, ama burada karakterin sınırları izlenir. — 3. Optik örnekleme tekniği. Bu yöntemde kağıt, mercek ve ayna önünden geçirilir. Yansıyan ışık, bir dizi örnek üstüne düşürülür ve en uygunu bulunur.



lere dağıtılır ve yeniden bilgisayarla işlem yapan senet servisine gelip, ödeme miktarı doğrudan okunabilir.

OMR: Gerçek anlamda karakter tanımadan yararlanmamalarına karşılık, OMR makinaları, elle yazılmış yazıları doğrudan işleyebilen aygıtların ilk türleridir. OMR makinaları, hazırlanmış formlar üstündeki işaretlerin durumunu algılayarak çalışırlar ve herhangi bir tanıma yapmazlar. OMR makinasının iyi çalışması, formların düzgün işaretlenip işaretlenmediğine bağlıdır. OMR genellikle, oy pusulaları gibi, bir dizi seçenekten birinin belirtileceği uygulamalarda kullanılır.

HNR: Bilgi işleme sistemlerine gelen bilginin çoğu, elle yazılmış formlardan oluştuğundan, bu merkezlerde el yazısını okuyabilecek otomatik sistemlerin bulundurulması zorunludur. Elle yazılmış karakterlerin biçim ve büyüklüklerindeki farklılıklar, makinayla basılmış olanlarınkinden çok daha fazladır. Bu yüzden, HNR makinasının tasarımı çok daha zordur. Sayısal ve sınırlı sayıda alfabetik karakteri tanıyabilen, oldukça hızlı birçok makina vardır. Ne var ki, bunlarla tanıma yapılabilmesi için, karakterlerin, özel olarak hazırlanmış formlar üstündeki kutulara yazılması gerekir. Böylece, karakterlerin büyüklükleri ve durumları denetlenmiş olur. Makina baskılarında yapıldığı gibi, elle yazmada da, standartlar oluşturulması için girişimler yapılmaktadır. Kötü el yazısının tanınması, şimdilik olanaksızdır.

KARA KUTU Bk. UÇUŞ KAYIT AYGITLARI

KARANLIK ODA

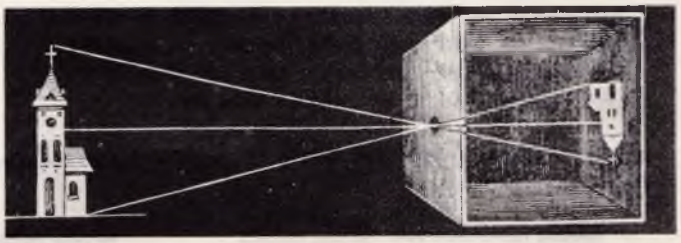
Karanlık oda ya da karanlık kutu, bir görüntünün perdeye aktarıldığı karanlık ortamdır. Kökeni, Eski Yunan'a kadar uzanır. Aristoteles, parçalı güneş tutulması sırasında, ağaç yaprakları arasından ya da bir delikten süzülen ışıkların, yerde bir hilal görüntüsü oluşturduğunu gözlemiş, bu deneyi sırasında, küçük bir deliğin büyüğüne oranla daha keskin bir görüntü verdiğini de farketmiştir. Günümüzde, küçük bir delikten ışınların geçirilmesiyle görüntü elde etme özelliğinden, «iğne delikli kamera»larda yararlanılmaktadır.

Karanlık odada görüntü oluşması, ışınların düz bir yol izlemesi ilkesine dayanır. Nesnenin bir noktasından gelen ışık, karanlık odanın arka duvarının yalnızca bir noktasında parlar. Böylece, iğne deliğinden geçen ışınlar, yan yana gelerek görüntüyü oluştururlar. Görüntünün keskinliği, deliğin boyutlarına bağlıdır, ama görüntü her uzaklıkta nettir. Bu özellik günümüzde, bazı büyük bina ya da oda fotoğraflarının, pahalı bir objektif kullanımına gerek göstermeksizin çekilebilmesini sağlar.

İlk gerçek karanlık odanın yapılması X. yüzyıla raslar. O yüzyılda görüntü, karanlık bir odanın bir duvarına açılan küçük bir delikten elde edilmişti. Arap bilgini İbni Heysem yazılarında, bir karanlık oda tanımı yapmış ve güneş tutulmasını böyle bir yöntemle izlediğinden söz etmiştir. Daha sonra Leonardo da VİNCİ'nin 1490'daki notlarında, karanlık oda şöyle anlatılır: «Karanlık bir odanın bir duvarına açılan küçük bir delikten belirli bir uzaklığa yerleştirilmiş beyaz kağıt üstüne, dışardaki aydınlatılmış cismin görüntüsü ters olarak yansır. Delikten geçerken ışınlar kesiştiği için, görüntü, ters ve biraz daha küçüktür».

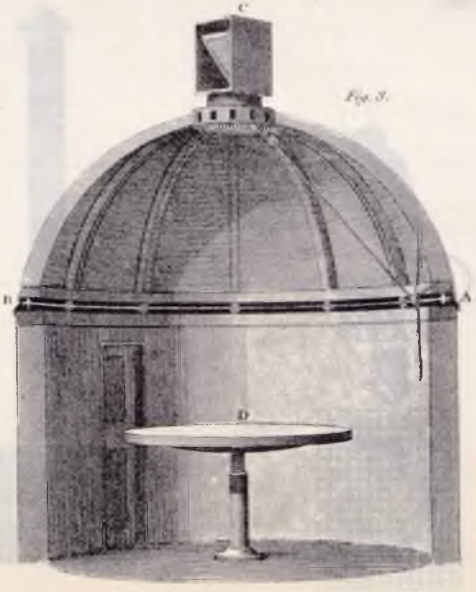
Vinci'nin notlarından da anlaşıldığı gibi, karanlık oda, eski bir buluştur. Ancak, bu ilkel aygıt, küçük bir delikten geçen ışınların yetersiz olması nedeniyle iyi sonuç vermiyordu. Öte yandan ışığı çoğaltmak için delik büyütülünce de, görüntü net olmuyordu. XVI. yüzyılın ortalarına doğru, MERCEK'lerin kullanılmaya başlanmasıyla bu sorun da çözüldü. Deliğe uygun bir merceğin yerleştirilmesi, istenen net ve ışıklı görüntüyü sağladı.

Böylece, karanlık oda, resim çalışmalarında kullanılmaya başlandı. İstenen görüntü kağıt üstüne düşürülerek, çizim kolaylaştırılıyordu. Büyük bir kutuya



Merceksiz karanlık kutunun çalışma sistemi. (üstte) Işığın doğrular halinde yol alması ve ters görüntünün elde edilmesi görülmektedir. Deliğe takılan bir mercek, daha parlak ve net görüntü verir.

Bir karanlık oda çizimi. (altta) Bu örnekte mercekli ve hareketsiz aynalı çatı, döner. Görüntü masanın üstüne düşürülür.



ya da çadıra benzeyen, iç içe geçme karanlık odalar yapıldı. Mercek genellikle tepeye yerleştiriliyor ve görüntü bir aynayla, masa üstüne düşürülüyordu. Büyük matematikçi KEPLER de, bu aygıtın taşınabilir türlerinden kullanan ilk kişilerden biridir.

Mercekleıin geliştirilmesiyle, görüntü daha da netleşti ve XVIII. yüzyılda karanlık oda, bir ucunda mercek, öteki ucunda yarı saydam bir kağıt bulunan, taşınabilir bir aygıt haline geldi. Bunlarla, istenen görüntü kağıt üstüne aktarılabiliyordu.

Söz konusu karanlık kutular, görüntünün kimyasal yollarla sabitleştirilmesi için yapılan çalışmalarla birlikte, fotoğrafçılığın geliştirilmesini sağladı. Fotoğrafçılığın öncülerinden Louis DAGUERRE ve W. H. Fox Talbot da önceleri, karanlık kutuyla resim elde ederlerdi.

Fotoğrafçılığın gelişmesiyle, karanlık kutunun ilk işlevi ortadan kalktı. Ama renkli televizyon çağı olan günümüzde bile, dört renkli bir görüntünün ekrana yansıması, insanların ilgisini çekmektedir. XX. yüzyılın başlarında, birçok tatil merkezinde, çadır biçimli karanlık odalar bulunmaktaydı. Günümüzde dünyanın birkaç yerinde, halka açık karanlık odalar vardır. Tipik bir karanlık odanın tepesindeki bir ayna 10-15 cm çaplı, odak uzaklığı f15 ile f25 (15-25 cm) arasında olan bir merceğe görüntüyü yansıtır. Karanlık odaya giren dış görüntü, beyaz bir masanın üstünde belirir. Aynanın elektrik motoru ya da makaralarla hareket ettirilmesiyle, görüntü değiştirilebilir.

Karanlık odanın insanlara çekici gelen yönlerinden biri de, aktarılan görüntüdeki renklerin canlılığıdır. Gün ışığının soldurduğu renkler, karanlık oda ekranında yeniden canlanırlar.

KAR ARABASI Bk. PALETLİ TAŞITLAR

KARARTICILAR

Karartıcı, elektrik devresine takılan ve devreden geçen akım miktarını düzenleyen bir aygıttır. Evlerde ve tiyatro ışıklandırmasında kullanılan bu aygıt, devrenin oluşturduğu ışık miktarını, sıfır ile tam kapasite arasında değiştirir. Üç tür karartıcı vardır: Reosta (Bk. DİRENÇ ÖĞESİ); ototransformatör; TİRİSTÖR. Bunların hiç biri, flüoresan lambalı devrelerde doğrudan kullanılamaz (Bk. DEŞARJ TÜPÜ). Flüoresan lambalı devrelerde, karartıcı kullanılabilmesi için, gerilimin, elektrotların «çakma» geriliminin altına düşmemesini sağlayacak özel bir devre gerekir. Gerilim bu değerin altına düşerse, tüpteki gaz iyonlaşmaz ve ışık oluşmaz.

Reosta: Yaygın olarak kullanılan ilk karartıcı türü, reostaydı (özellikle tiyatrolarda). Reosta, elektrik devresine bağlanan, bir değiştirileb'len dirençtir. Üstünde gösterge bulunan bir sürgü, devreye, gereken direnci katar ya da eksiltir. Direnç yükseldikçe, devreden geçen akım düşer ve ampulün verdiği ışık zayıflar. Direnç, elektrik enerjisinin bir bölümünü ısı olarak tüketir. Hem akımın bir bölümünün ziyan olmasına yolaçtığı, hem de ürettiği ısı nedeniyle reosta, günümüzde pek kullanılmamaktadır.

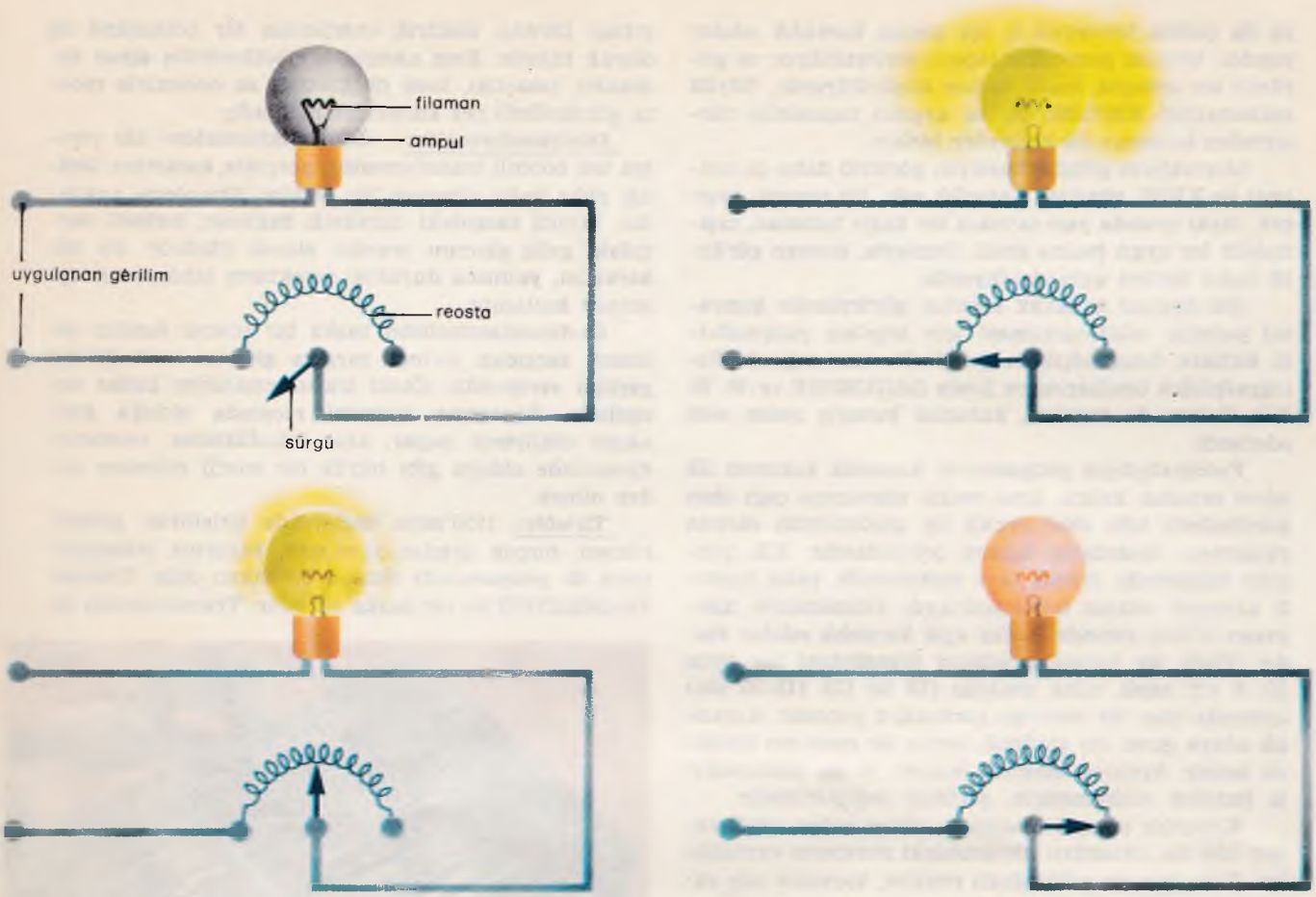
Ototransformatör: «Ototransformatör» adı verilen tek bobinli transformatör, gerçekte, karartma özelliği yüke bağlı olmayan bir gerilim düzenleme aygıtıdır. İkincil sargıdaki hareketli bağlantı, birincil sargıdaki geliş akımını orantılı olarak düşürür. Bu tür karartıcı, yalnızca duyarlık gerektiren laboratuvar işlerinde kullanılır.

Ototransformatörün başka bir önemli özelliği de, ikincil sargıdan birincil sargıya girenin üstünde bir gerilim vermesidir. Öteki transformatörler kadar verimlidir. Karartma işlemini, reostada olduğu gibi, akımı düşürerek yapar; ama özindükleme, reostanın direncinde olduğu gibi büyük bir enerji yitimine neden olmaz.

Tiristör: 1950'lerin başlarında tiristörün geliştirilmesi, birçok aygıtın yanı sıra, karartıcı teknolojisinin de gelişmesinde olumlu bir etken oldu. Tiristör, TRANSİSTÖR'ün bir başka türüdür. Transistördeki üç

Kulüp ve diskotek aydınlatmasında kullanılan elektronik karartıcının 2,5 kW'lık kumanda tablosu. (üstte)

Bir elektronik aydınlatma tablosunun içi. (altta) Bu birimle, tungsten ya da flüoresan lambalara kumanda edilebilir.



Reostalı bir karartıcının devre çizimi. (üstte) Sürgü, bir bobinin üstünde devrenin açık olduğu 1 konumundan, direncin sıfır olduğu 2 konumuna gelir. 3 ve 4 konumlarına gelirken direnç artar, akım azalır ve ışık kararır.

tabakaya karşılık, tiristörde 4 billur tabakası bulunur.

Öteki yarıiletkenler gibi akımı tek bir yönde vermesinin yanı sıra, tiristör, billur tabakaları arasına ayrıca bir gerilim uygulanmazsa, hiç akım geçirmeme özelliği de taşır.

Bu özellikten yararlanılarak yapılan karartıcılarda, iki tiristör bulunur. Bu tiristörler, akımı karşıt yönlerde iletmeye ayarlanmışlardır. Değişken bir akımın herhangi bir yarım çevriminde, tiristörlerden biri akımı iletirken, ikincisi iletmeyecektir. İkinci yarıda ise durum tersine döner: öteki tiristör akımı geçirirken, bu kez birincisi geçirmez. Karartıcının ana devre akımından bir taban (bias) gerilimi (yaklaşık 5 volt) almasını sağlayan kondansatörlü ve dirençli bir ek devre vardır. Böylece, tabanın tiristörden akım geçmesine izin verdiği noktalarda, akım sıfır ile tam arasında değiştirilebilir. Sırası gelen yarım çevrimin tiristöre bağlandığı yerde, taban gerilimi verilmeden tiristörde akım oluşmaz. Bu da, tiristörün öteki türlerden çok daha verimli bir karartıcı olduğunu gösterir; çünkü gerilim, boşa harcanmak yerine, toplanmış olacaktır. Tiristör çok küçük boyutlarda üretilebilir ve günümüzde, özellikle evlerde çok kullanılmaktadır.

KARAYOLU YÜK TAŞIMACILIĞI

Karayolunda yük taşıyan araçlar, çağdaş endüstri toplumunda önemli rol oynarlar. Fabrika ya da depolardan malları alıp, doğrudan müşterinin kapısına götürebilen açık ya da kapalı kamyonlar, demiryolu ve denizyolu taşımacılığında görülen çift yüklemeyi ortadan kaldırır.

1890 yıllarının sonlarında, birkaç küçük fabrika, kamyon şasisi üretimine girişmişti. Bu kamyonların çoğunda, kömürle ya da petrol türevi yakıtlarla çalışan buhar makinaları kullanılıyordu. Yük kapasiteleri ise, Thornycroft tarafından yapılan (1898) 5 tonluk treyler dışında, genellikle 2-3 ton arasındaydı.

Bu ilk örnekler arasında, buhar gücüyle çalışmayanlar da vardı. De Dion-Bouton, Fransa'da tek silindirli benzin motoruyla yürütülen hafif taşıtların yapımına yönelmişti. A.B.D'ndeyse, elektrikle tahrik üstünde durulmaktaydı. 1905 yılında Studebaker şirketi, elektrikli kamyon üretimi için ayrı bir bölüm kurdu.

Kamyon üretiminde en önemli yeniliklerden biri,

1920'li yıllarda, güç birimi olarak, sıkıştırmayla ateşlenen DİZEL MOTORU'nun kullanımıyla ortaya çıktı. Dizel motorunda, elektrikle ateşleme sisteminin ortadan kaldırılmasıyla sağlanan ekonomi ve sağlamlık, özellikle benzin fiyatlarının dizel yakıtı fiyatlarına yakın olduğu Avrupa'da, bu tür motorlara ilgi duyulmasına yolaçtı.

OTOMOBİL'lerin tersine, kamyon biçimlerinde, 1920 yıllarından bu yana önemli bir değişiklik yapılmamıştır. Otomobillerde karoserden bağımsız şasi çerçeveleri kullanılırken, kamyonlardakiler bunların, biraz büyük boyutlu kopyalarıydı. «Merdiven tipi» denilen bu şasiler, «boy kolu» adı verilen uzunlamasına iki temel çatkı öğesi ile bir dizi enine şasi traversinden oluşmaktaydı.

Günümüzde de kamyonlar, aşağı yukarı aynı biçimdedir. Ancak, metalurji ve yapı dinamiği alanındaki teknolojik ilerlemeler, taşıma kapasitesi ile boş ağırlık arasındaki oranı yükseltmiştir. Şasi profilleri daha yüksek nitelikli çelikten yapılmaktadır. Ayrıca, kamyonun yolu kavrama özelliğinin bilgisayarla incelenmesiyle, süspansiyonun, şasinin eğilme ve esneklik özelliklerine uyum göstermesi sağlanmıştır.

Süspansiyon: Sürücüye rahatlık ve kolaylık sağlamak için kamyon tasarımlarında gerçekleştirilen gelişmeler, sürmektedir. Çelik yaprak yaylardan oluşan makas, en yaygın süspansiyon aracıdır. Makas yaprakları halka ve klemens aracılığıyla bağlama yöntemi, yerini uca doğru incelen makas yapraklarına bırakmaktadır. Böylece, yükteki değişmeye göre makasın rijitliği de değişebilmektedir. Makasın çok yapraklı olmasından kaynaklanan sürtünme rijitliğiyse, yapraklararası teması olmayan kalın ve uca doğru sivrilen makaslarla ortadan kaldırılmaktadır.

Şasi: Ağırlığı 24 tona kadar olan kamyonlarda, genellikle, iki ya da üç dingil vardır. Tek parçalı şasiden oluşan bu kamyonlar, «rijit araçlar» diye tanımlanır. Bazı ülkelerde, yükle birlikte 30 ton ağırlığa ulaşan, dört dingilli rijit kamyonlar kullanılmaktadır.

Daha ağır taşıtlarsa, normal olarak bir çekici ile bir çekilen bölümden oluşan treyler biçimindedir. Treyler ya yalnızca çekici ya da bir kamyona çekme kancasıyla takılan biçimdedir. Yalnızca çekiciden oluşan treylerin dingiller arası uzunluğu kısadır ve kasası bulunmaz. Çekicinin şasisinin arka ucunda, «beşinci tekerlek» diye adlandırılan döner bir tabla bulunur. Bu döner tabla ile çekilen bölümün altındaki ikinci bir döner tabla, pimle birleşir. Bu tür treylerin başlıca üstünlüğü, yükleme-boşaltma işlemleri sırasında, çekicinin başka bir işte kullanılabilmesidir.

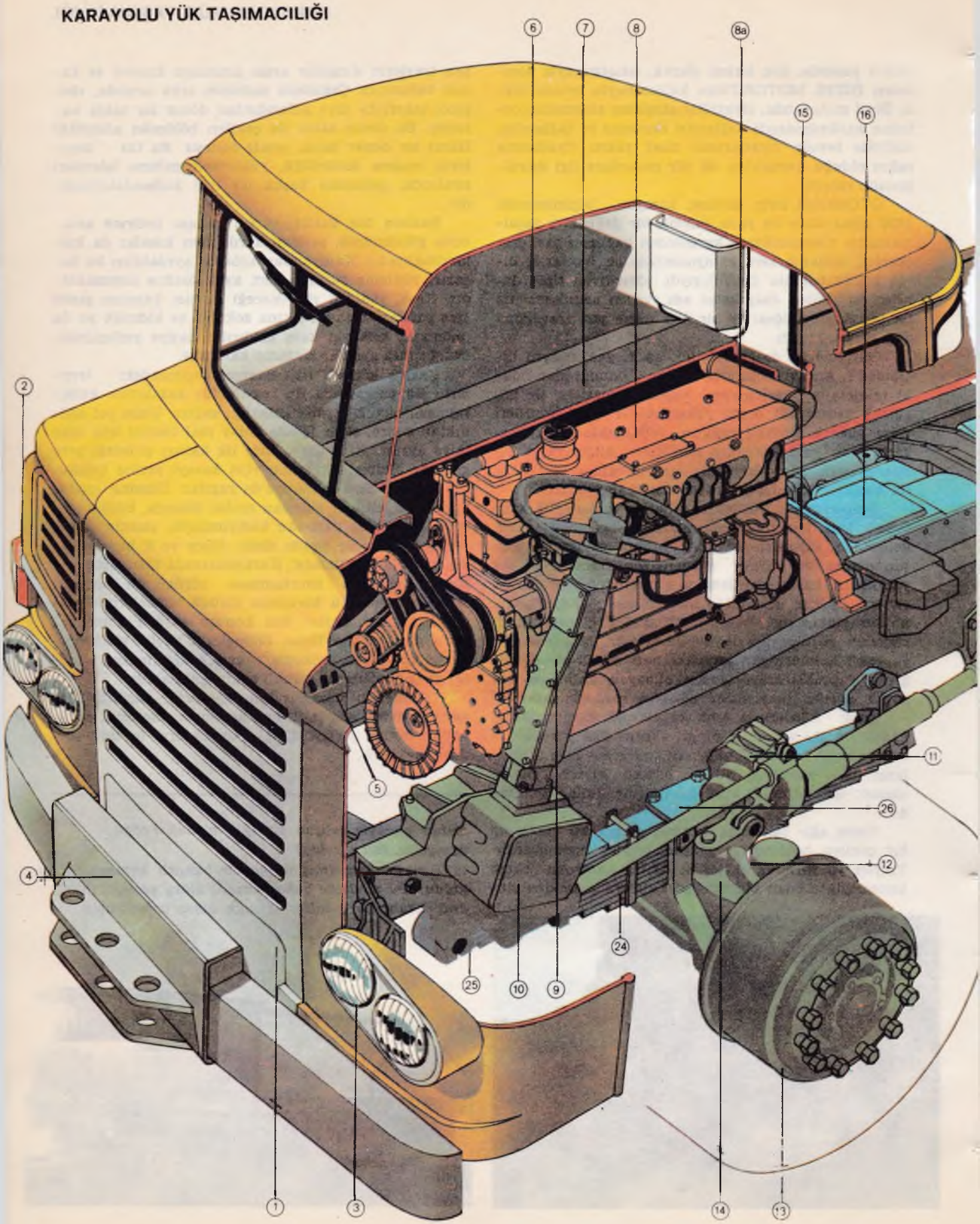
Şasinin boş kaldığı süreyi en aza indirme amacıyla günümüzde, şasiden ayrılabilen kasalar da kullanılmaktadır. Kamyondan kolayca ayrılabilen bu kasalar, yükleme yerinde dört ayak üstüne alınmaktadır. Kasa, yeniden yükleneceği zaman, kamyon şasisi ters yandan kasanın altına sokulur ve hidrolik ya da pnömatik krikoyla kasa kaldırılıp, şasiye yerleştirilir. Daha sonra ayaklar katlanıp kaldırılır.

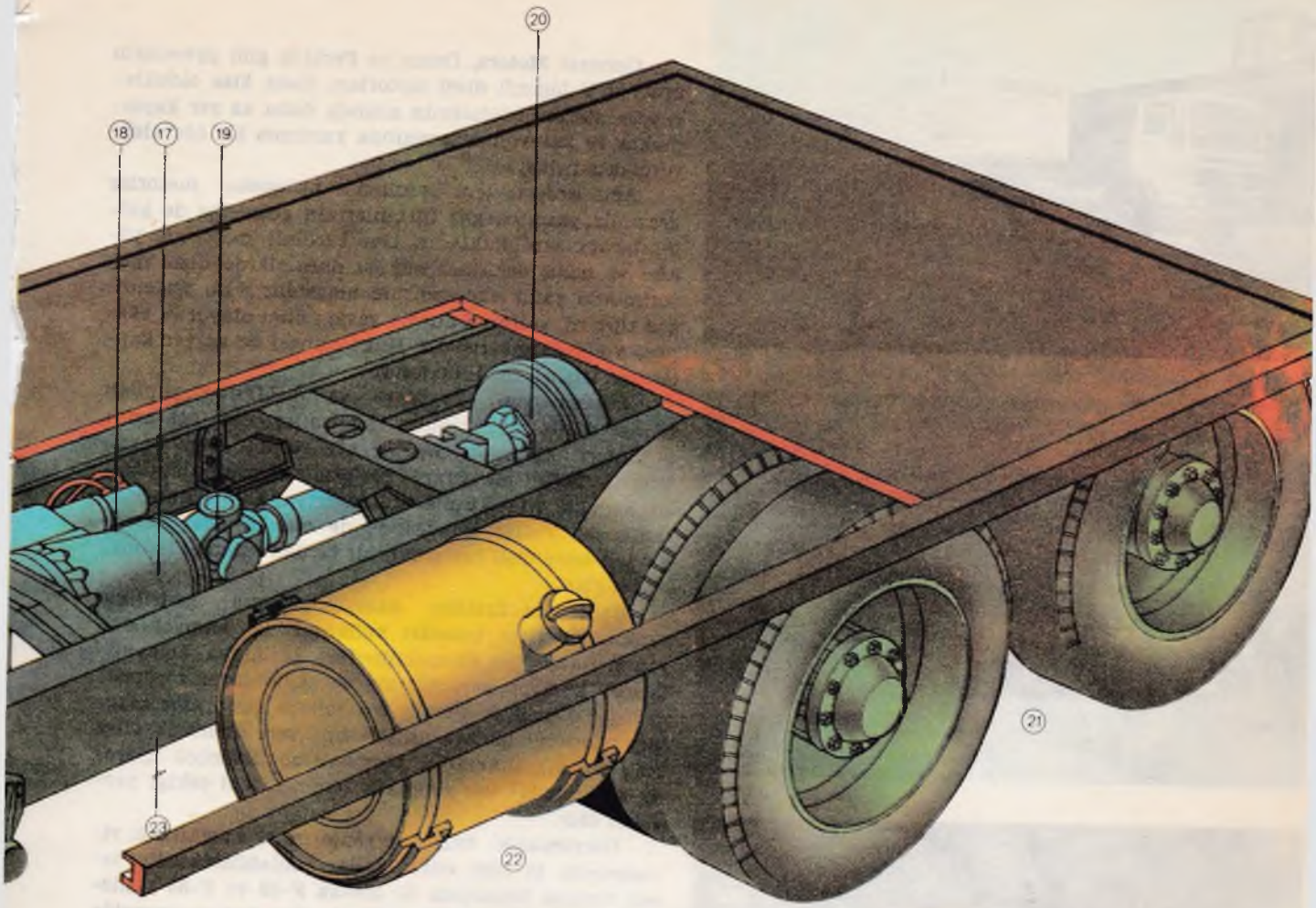
Çekme kancalı rijit kamyon biçimindeki treylerin iki parçasında da «ayrılabilir kasaların» kullanılması, büyük taşıma kolaylığı sağlar. Uzun yol aşıldıktan sonra, şehir içinde kolay mal teslimi için araç ikiye ayrılır. Rijit araç, önce ilk kasayı gideceği yere götürür. Sonra, sökülebilir rijit kasayı yerine bırakır.

Motor: Batı Almanya'da yapılan Büssing modelinde, şasi altında bulunan motor dışında, bütün modern ağır ya da yarı-ağır kamyonlarda, şasinin önüne yerleştirilmiş, bir sırada dizili düşey ve V biçimli dizel motorları kullanılır. Karayollarında taşıt uzunluklarının yasalarla sınırlanması, sürücünün motorun üstünde oturduğu burunsuz sürücü bölmelerine yaygınlık kazandırmıştır. Söz konusu sürücü bölmeleri, 120 cm'lik bir yer tutar. Bölmelerin küçük bir hidrolik pompa ya da krikoyla yukarı kaldırılmasıyla, motor ve bağlantılarda gerekli bakım yapılabilir.

Geleneksel pazarlar için, motorun gürültüsü ile sıcaklığını en aza indirmek amacıyla, motorun sürücünün önüne yerleştirildiği kamyonların üretimi sürdürülmektedir.

Buhar gücüyle çalışan bir 1927 modeli Foden kamyonu. (altta solda)
1927 yılında yapılmış başka bir buharlı kamyon. (altta sağda) Bu modelde buhar kazanı dikey yerleştirilerek, araç uzunluğu kısaltılmış, yük alanı artırılmıştır.


6
7
8
8a
15
16
2
5
11
26
12
4
24
25
10
9
1
3
14
13



1. radyatör kafesi
2. sinyal lambası
3. far
4. takviyeli tampon
5. radyatör
6. yolcu koltuğu
7. motor kaportası kapağı
8. altı silindirli dizel motoru

8a. egzoz manifoldu

9. direksiyon kolonu
10. direksiyon kutusu
11. servo direksiyon
12. bağlantı çubukları
13. 40 cm'lik fren kampanası/12 bijonlu tekerlek göbeği
14. ön dingil
15. debriyaj kutusu (43 cm'lik tek balatalı)
16. vites kutusu (9 vitesli)
17. uzun yol vitesi
18. uzun yol vitesi seçicisi
19. kardan kavraması
20. diferansiyel (her arka dingilde birer tane)
21. çift tahrik tekerleği
22. yakıt deposu
23. kutu kiriş şasi
24. makas yay
25. şasi/makas bağlantısı
26. dingil bağlantısı

Bir kamyon kesiti: Aynı şasi üstüne, kamyonun kullanım amacına göre çeşitli motor ve sürücü bölmeleri monte edilebilir. Resimde görülen araçta, her işe elverişli, hafif bir sürücü bölmesi ve altı silindirli bir motor vardır. 330 beygirgücündeki motor 9 viteslidir. Araç, servo direksiyon ve havalı fren sistemiyle donatılmıştır.

General Motors, Deutz ve Perkins gibi şirketlerin ürettiği V biçimli dizel motorları, daha kısa oldukları için, sürücü bölmesinin altında daha az yer kaplamakta ve kamyon tasarımında yardımcı bir öğe oluşturmaktadırlar.

Ağır araçlar için önerilen pistonsuz motorlar arasında, yalnızca gaz türbinlerinin gelecekte de kullanılacağı sanılmaktadır. Gaz türbinli motorlar, yükün ve hızın değişmez olduğu durumlarda dizel motorundaki yakıt ekonomisine ulaşabilir. Bu nedenle, gaz türbini, yalnızca durma yasağı olan otoyol ve ekspres yollarda elverişlidir. Hafif olması ve az yer kaplaması, başlıca üstünlükleridir.

Transmisyon: İngiltere ve A.B.D'nde yapılan kamyonlarda konstanmeş transmisyonlar (aktarma organları) kullanılır. Bu tür, sürücünün, vites değiştirmede belirli bir ustalık göstermesini gerektirir. Buna karşılık, vites kutularında debriyaj stoplarının kullanılması, Fuller Roadranger'de olduğu gibi, kavramadan önce dişli hızlarının bir ölçüde eşzamanlanmasını sağlar.

Avrupa'da üretilen kamyonlardaysa, genellikle senkromeş vites kutuları kullanılır. Bu kamyonların yapımcıları, özel otomobillerdeki kullanma kolaylıklarının kamyon sürücülerine de sağlanması görüşündedirler. Özellikle sık sık ara yollara giren ağır araçlara, General Motors Allison tipi, tam otomatik vites kutuları takılmaktadır. Moment dönüştürücü hidrolik kavramalar ise, yumuşak zeminlerdeki çekişe yardımcı olur.

Günümüzde, bazı kamyonların el kumandalı viteslerinde, 16 ileri vitese kadar çıkılabilmektedir. İsveç firması Volvo'nun 50 tonluk F-88 ve F-89 şasilerine monte edilen Volvo SR-61 vites kutusu, temelde yalın bir dört kademeli senkromeş dişli kutusudur. Ama, vites kutusunun çıkışındaki hız düşürme dişlisiyle vites küçültülünce, bu dört çift dişli, sırasıyla önce 1, 2., 3. ve 4. vites, sonra da 5., 6., 7. ve 8. vites ola-

---

Bir treylerin üç ayrılabilir kasası. (solda en üstte) Bunlar herhangi bir yerde bırakılabilir ve yerel mal teslimi için daha ufak araçlara aktarılabilir. Kasaları tutan katlanabilir ayaklar, park ederken açık durumdadır.

Avrupa'da geniş kullanım alanı bulan, geleneksel türden römorklu bir kamyon. (solda üstten ikinci) Bu araç, araç ağırlığını 40 gros tonda sınırlayan bütün Avrupa ülkelerinde kullanılabilir.

Şantiyelerde ve taş ocaklarında kullanılmak için yapılmış 20 tonluk damperli kamyon. (solda üstten üçüncü)

Ekskavatör kolu gibi büyük boy yükler, alçak taşıyıcılarla taşınır: (solda en altta) Çekici, çekilen bölüm ve yükle birlikte, aracın toplam ağırlığı 100 tona ulaşmaktadır. Çekiciye gerektiğinde, römork da bağlanabilir.

Bu 30 gros tonluk 8 tekerlekli araç, iki arka dingilden hareket alır. (sağda üstte) Arka dingiller, yumuşak zeminlerde yeterli çekiş sağlar. Bu tür çekiş ve sürücü bölmesi üstüne monte edilen hidrolik vinç, orman çalışmalarına çok elverişlidir. Aracın motoru, vinci de çalıştırmaktadır.

22 tonluk, mafsallı otomobil taşıyıcısı. (sağda ortada) Bu araç, otomobil kiralayan bir şirketin, otomobilleri istenen yere götürmesini sağlamaktadır. Otomobiller indirileceği zaman, üst platformun arkası hidrolik olarak alçaltılır.

26 tonluk çöp kamyonu. Resimde (sağda altta) görülen kasa kaldırılıp, yerine, birkaç küçük konteyner yerleştirilebilir. Bu konteynerler daha sonra, gerekli yerlere bırakılır ve dolduğunda yeniden kamyona alınıp götürülür.

rak görev yapar. İsteğe bağlı olarak eklenen bir transmisyon dişlisiyle, sekiz vites aynı biçimde bölünerek. 16 vitese ulaşılabilir.

Kamyonun tahrik dingili de vites kutusu görevi yapabilir. Eaton'un ürettiği iki vitesli dingiller, vitesleri, ucuz ve etkili biçimde iki katına çıkarabilmektedir.

Frenler: Otomobilden uyarlanarak yapılmış kamyonetler dışında, bütün kamyonlarda havalı FREN'ler kullanılır. Toplam ağırlığı 14 tona kadar olan kamyonlarda, vakumla ya da sıkıştırılmış havayla çalışan, servo destekli, hidrolik kumandalı frenler vardır. Ağır araçlarda, yalnızca hava basınçlı frenler kullanılır. Bu fren, her tekerleğin arkasına yerleştirilen diyaframlı fren tamburlarıyla çalışır. Park etme sırasında güvenliği artırma amacıyla, ağır araçların çoğunun fren tamburlarının içine, yaylar takılmaktadır.

Treylerde, bağlantıların çekiciden kopması durumunda, çekilen bölümün kendi frenleri devreye girer. Tekerleklerde kilitlenme tehlikesini frenleme gücünü hafifleterek ortadan kaldıran patinaj önleyici donanım, treylerde yeni bir kullanım alanı bulmuştur. Bu tür araçlarda, tahrik dingilinin tekerlekleri kilitlendiğinde, çekicinin mafsal bağlantısı çevresinde savrulduğu dengesiz bir durum ortaya çıkar. Kumandayı engelleyen bu tehlike, patinaj önleyici donanımla ortadan kaldırılır. Aynı amaçla kullanılan daha az gelişmiş sistemlerse, yüke duyarlı fren supapları içerir. Böyle bir donanım, dingilin üstündeki yüke göre, fren tamburlarındaki hava basıncını ayarlayabilir.

KARBON BİLEŞİKLERİ Bk. ORGANİK KİMYA

KARBOKSİLLİ ASİTLER

Organik asitlerin tümünde, bir *karbonil (CO)* ile bir hidr*oksil (—OH)* grubundan oluşan karboksil gru-

bu *(—COOH)* bulunur. Bununla birlikte, bu asitler, mineral asitlere (sülfürik ve hidroklorik asit gibi) oranla, zayıftır. Bir karboksil grubu içeren organik asitler «monobazik», iki karboksil grubu içerenler «dibazik» diye adlandırılır. En çok bilinen karboksilli asit, asetik asittir *(CH_3COOH)*. Sirkeye ekşi tadını veren bu asit, eski çağlardan beri bilinmektedir. Sirke, Mezopotamya ve Eski Mısır'da, ilaç ve şifalı otlar için bir çözücü olarak yaygın biçimde kullanılmıştır.

Alifatik karboksilli asitler: Monobazik karboksilli asitler, dizilerindeki uzun karbon zinciri içeren yüksek üyelerin doğada *ester* biçiminde bulunması nedeniyle, genellikle «*yağ asitleri*» diye adlandırılırlar. Bu esterler, donyağı, zenytinyağı, palmiye yağı, ayçiçeği yağı gibi, bitkisel ve hayvansal yağlarda bulunurlar. Yağ asitlerinin genel formülü, *R-COOH*'tır ve burada *R* bir alkil köküdür.

Dizilerin ilk üyeleri (C_1'den C_3'e — moleküldeki karbon atomları sayısını gösterir) asit özelliği gösteren, suyla her oranda karışan, kokulu, aşındırıcı sıvılardır. Daha sonra gelen üyeler *(C_4 — C_9)* bitkisel ve hayvansal ürünlerde (ter gibi) bulunan, kötü kokulu, yağsı sıvılardır. Kaproik asit *(C_6)*, keçi sütünde ve hindistancevizi yağında bulunur. Karbon sayısı 10'un üstünde olan asitler (C_{10} ve yukarısı), suda çözünmeyen, ama alkol ve eterde çözünen katı maddelerdir.

En yalın karboksilli asit olan *formik asit (HCOOH)*, asetik asitten daha güçlüdür. Karıncalarda *(«formica»*, latince «karınca» demektir), ısırgan otunda, sidik ve terde bulunur. Ticari olarak, karbon monoksit ile su buharı karışımının 200-300°C'ta, basınç altında bir katalizör üstünden geçirilmesiyle elde edilir. Formik asit, kauçuk ağacının özsuyundaki lateksin çöktürülmesinde kullanılır.

Asetik asit *(CH_3COOH)*, etanolün (etil ALKOL) yükseltgenmesi sonucu oluşur. Sözgelimi, açık bırakılan şarap, bakteri enzimlerinin etkisiyle, hava tarafından yükseltgenerek sirkeye dönüşür. Asetik asit elde edilmesinde yararlanılan modern yöntemler, etanolün bir katalizör üstünde hava tarafından yükseltgenmesi ya da asetilene su katılması sonucu oluşan asetaldehidin yükseltgenmesi temeline dayanır. Saf asetik asit, soğutulduğunda buz görünümünde donması nedeniyle, «*buzlu sirke*» diye adlandırılır. Erime noktası 16,8°C'tır. Asetik asit endüstride, boyarmaddelerin, ilaçların, parfümlerin ve PLASTİKLER'in yapımında kullanılır.

Karboksilli asitlerin türevleri: Karboksilli asitlerin en iyi bilinen türevleri olan esterler, genellikle hidroklorik asit gibi bir anorganik asidin (KATALİZÖR olarak) varlığında, karboksilli asitlerin alkollerle tepkimesi sonucu oluşurlar. Bu esterlerin *etil format* ya da *etil asetat* gibi düşük molekül ağırlıklı olanları, hoş, meyvemsi kokulu sıvılardır ve çoğunlukla yapay besin esanslarının yapımında kullanılırlar.

Doğal olarak bulunan en önemli esterler, bitkisel ve hayvansal yağlardır. Yağ asitlerinin, bir alkol olan *gliserin*le verdiği karışık esterler, «*gliseritler*» diye adlandırılır. Kimyasal açıdan bitkisel ve hayvansal yağlar aynıdır. Aralarındaki tek fark, oda sıcaklığında birinin sıvı, ötekininse katı olmasıdır. Yağlar, SABUN ÜRETİMİ'nde önemlidir. Bitkisel ve hayvansal yağların sabunlaştırılması, bunların, sodyum ya da potasyum hidroksitle işleme sokulmasını kapsar. Bu işlem sırasında serbest kalan ve başlıcaları *stearik, palmitik* ve *oleik* asitler olan yağ asitleri, metal tuzlarını ve «sabunlar»ı oluştururlar. Mumlar da, metil alkol dizisinin yüksek alkollerinin, yağ asitleriyle verdikleri esterlerdir.

Karboksilli asitlerin öteki türevleri, asit klorürleri, asit anhidritleri (asetik anhidrit, ticari olarak, dokuma lifleri ile plastiklerin temel maddesi olan selüloz asetatın ve ayrıca asetil salisilik asidin üretiminde kullanılır) ve amitleri (naylon, dibazik adipik asitten yapılan bir poliamittir) kapsar.

Aromatik karboksilli asitler: En iyi bilinen aromatik asit, Peru ve Tolu balsamlarında bulunan benzoin reçinesi içinde ve at sidiğindeki hipürik asitte bulunan, benzoik asittir *(C_6H_5COOH)*. Arı olduğunda, hafif kokulu, renksiz yaprakcıklar ya da iğneler oluşturur. Benzoik asit endüstride, tolüenin benzotriklorüre dönüştürülmesi ve bunun, kireçle hidrolizlenmesinin ardından, seyreltik mineral asitlerle benzoik asidin serbest duruma geçirilmesi yoluyla elde edilir. Benzoik asitten anilin mavisi boyarmaddelerin ve ilaçların yapımında yararlanılır. Ayrıca, sodyum benzoat tuzu biçiminde, besinlerin korunmasında da kullanılır.

Aromatik asitler, genellikle billursu katılardır ve alifatik asitler gibi, esterleri, tuzları, klorürleri ve öteki türevleri oluştururlar. Benzoil klorür, sodyum peroksitle çalkalandığında, *dibenzoil peroksit* ortaya çıkar. Dibenzoil peroksit, öteki peroksitler gibi patlayıcıdır. Mikroptan arındırıcı olarak, un ile öteki besinlerin ağartılmasında ve plastik endüstrisinde polimer-

Gliserin ile üç farklı yağ asidinin esteri olan, tipik bir gliseridin molekül modeli: Oleik (soldaki dal); stearik (sağdaki üst dal); palmitik (sağdaki alt dal). Karbon atomları siyah, oksijen kırmızı, hidrojen de mavi olarak gösterilmiştir.

leşmeye yardımcı bir katalizör olarak kullanılır.

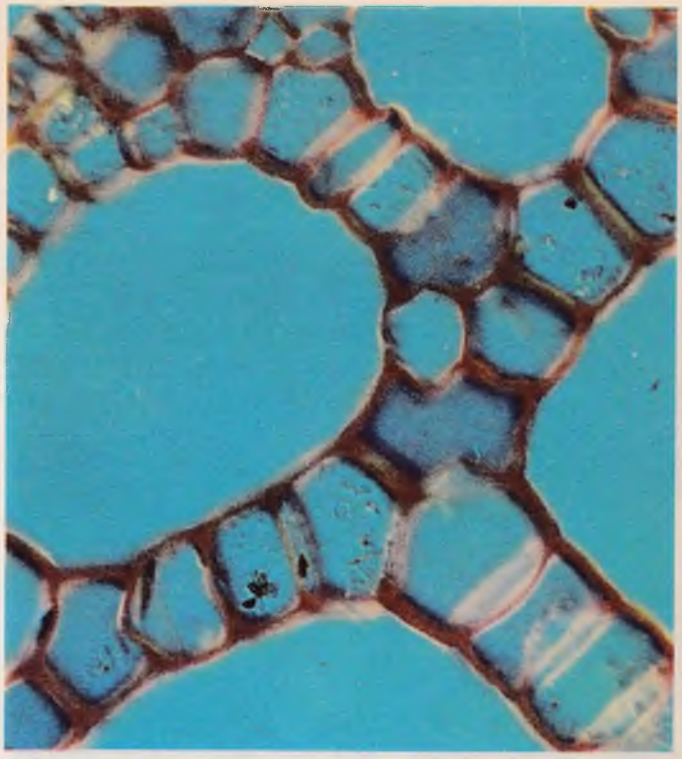
Ticari önemi olan öteki aromatik asitler, benzen halkasına girmiş başka grupları içerirler (Bk. AROMATİK BİLEŞİKLER). Bunlar arasında, *paraaminobenzoik asit*in (vitamin B kompleksinin bir üyesidir) esterlerinden olan ve yerel uyuşturucu olarak kullanılan *novokain* [$NH_2C_6H_4COOCH_2N\ (C_2H_5)$] en çok bilinenidir. *Salisilik asit* ($OH_6C_6C_4COOH$), aspirinin temel maddesidir.

Dibazik *ftalik asit* [$C_6H_4(COOH)_2$] için, benzen halkasına iki karboksil grubunun farklı durumlarda girebilmesi nedeniyle, üç yapısal izomer (formülleri aynı, ama molekülleri farklı düzenlenmiş bileşikler) olanağı vardır. Bunlardan *orto* biçimi en önemlisidir. Ortoda iki karboksil grubu, benzen halkası üstündeki komşu karbon atomlarına bağlanmıştır. Bu grupların yerleşme durumu nedeniyle, bir su molekülü ayrılıp, *ftalik anhidrit* oluşabilir. Ftalik anhidrit, boyaların, plastikleştiricilerin ve polyester reçinelerinin çeşitli üretim yöntemlerinin önemli bir aramaddesidir. *Para* izomerine, «tereftalik asit» adı verilir; «Terylene» ya da «Dacron» gibi yapay polyester liflerinin üretiminde kullanılır.

KARBONHİDRATLAR

Karbonhidratlar, çeşitli besin maddeleri ile lifleri kapsamına alan ve doğal olarak bulunan bir bileşik grubudur. Doğal şekerler, nişasta (ekmek, mısır, patates ve çeşitli sebzeler) ve selüloz (pamuk, odun ve birçok başka doğal lif), en çok bilinen karbonhidratlardır.

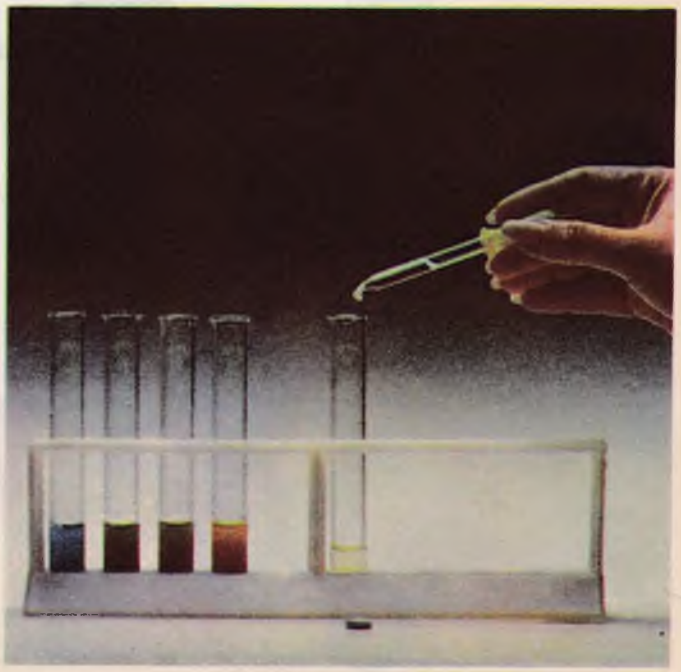
Çözümleme sonucu, yalnızca karbon, hidrojen, oksijen içerdiklerinin ve hidrojen ile oksijen atomları oranının sudaki (H_2O) gibi bulunduğunun görülmesi, karbonhidratların önceleri birlikte sınıflandırılmasına

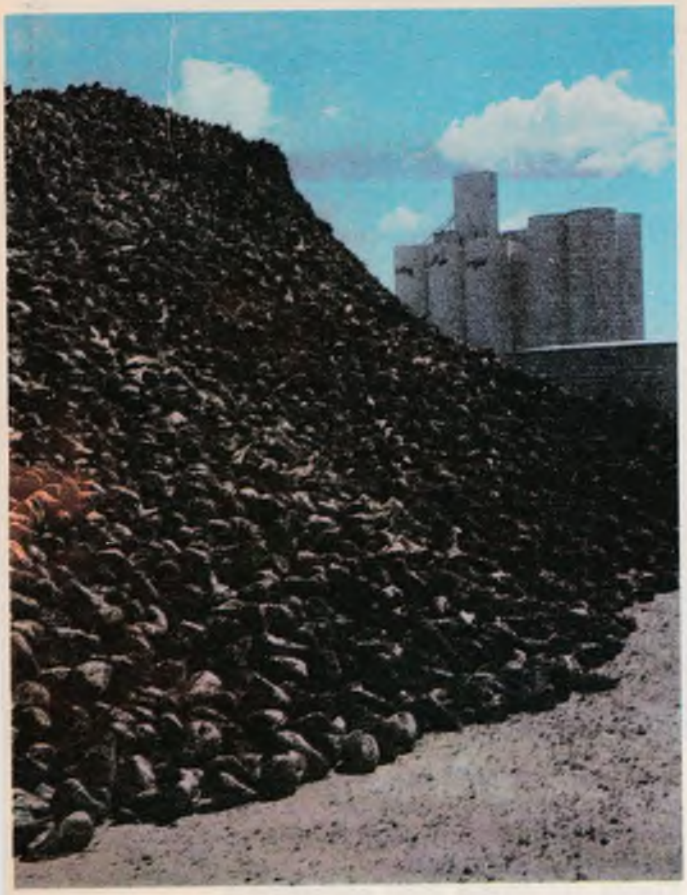


Suyu seven bir bitki olan «hippuris vulgaris»in sapından, yaklaşık beş mikron kalınlığında enine kesit. (üstte) Kırmızı görünen bölümler, selüloz içeren yapıyı göstermektedir.

Nişasta asıltılarının özgül ağırlıklarının belirlenmesi. (altta solda) Nitelik denetiminde dekstroz, billurlaşma sürecinin saptanmasında kullanılır.

Sidikte şeker aranması. (altta sağda) Bir ayıraç tableti, çözelti içindeki sidikle tepkimeye sokulur. 15 saniye beklenir ve ortaya çıkan renk, standart renklerle karşılaştırılır. Mavi negatiftir; koyu turuncu % 2 şekeri gösterir. Sidikte şeker aranmasında, özel kağıt şeritler üstünde yapılan nokta denemelerinden de yararlanılabilir.

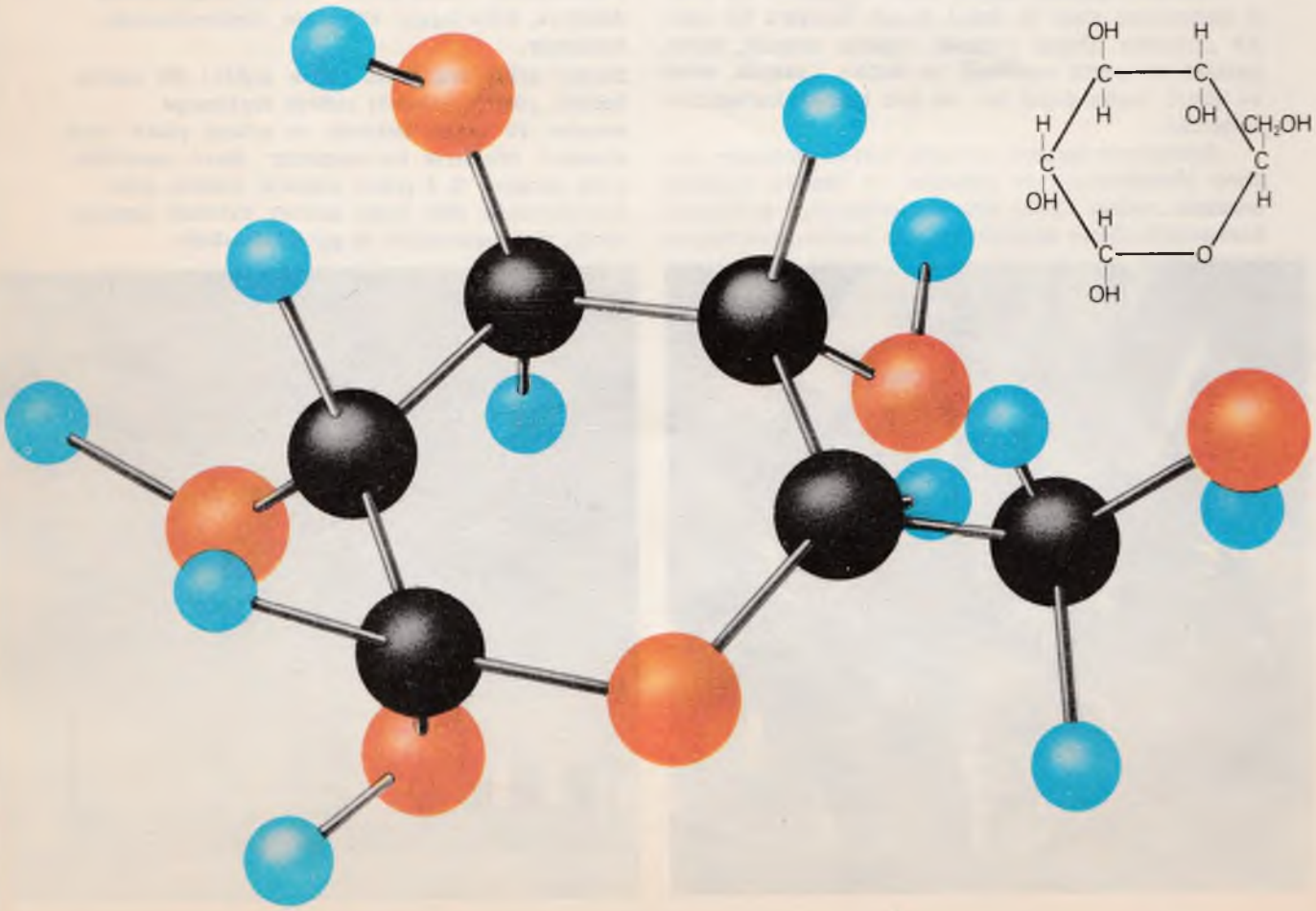




yolaçmıştır. Su içeren bileşiklere «hidratlar» adı verilmesi ve bu grubun genel formülünün $C_x(H_2O)y$ olması, söz konusu bileşiklere, «karbonun hidratları» ya da «karbonhidratlar» adının verilmesine neden olmuştur. Daha sonraki araştırmalar, bu formüllendirmenin, bir aşırı yalınlaştırma olduğunu göstermiştir.

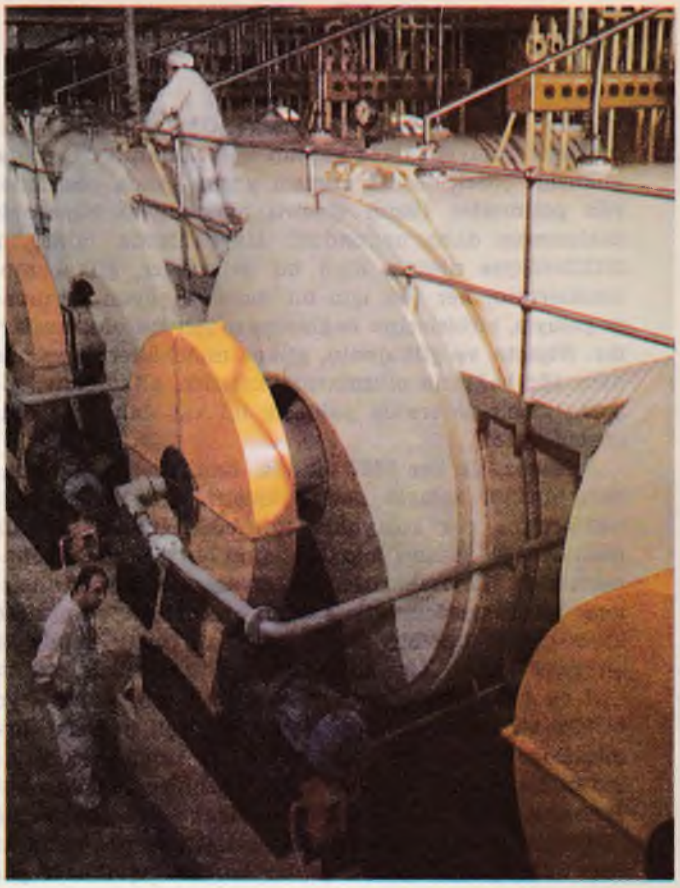
Yapı: Organik bileşiklerin çoğunda olduğu gibi, karbonhidratların yapısı da, öteki atomların bağlı bulunduğu bir karbon zinciri üstüne temellenir. Hidrojen ve oksijen atomları, bu zincirin çevresinde düzenlenmiştir. Karbonhidratlarda, hidrojen ve oksijen atomları, ALKOL ailesinin kendine özgü grubu olan hidroksil *(—OH)* grubu olarak da bulunur.

Şekerin başlıca kaynaklarından biri olan şeker pancarları. (solda) Şeker, dilimlenmiş pancardan, sıcak suyla çözülerek alınır.
«Dekstroz» adı da verilen ve çözünen bir heksoz şeker olan glikozun molekül modeli. (altta) İzomerlere ya da çeşitli düzenlere olanak sağlayan halka yapısındadır. Hidrojen atomları (mavi) ve hidroksil grupları (kırmızı ile mavi), karbon halkasının üstünde ya da altında bulunur. Resmin solunda α—D— glikoz, sağında da β—D— glikoz görülmektedir.

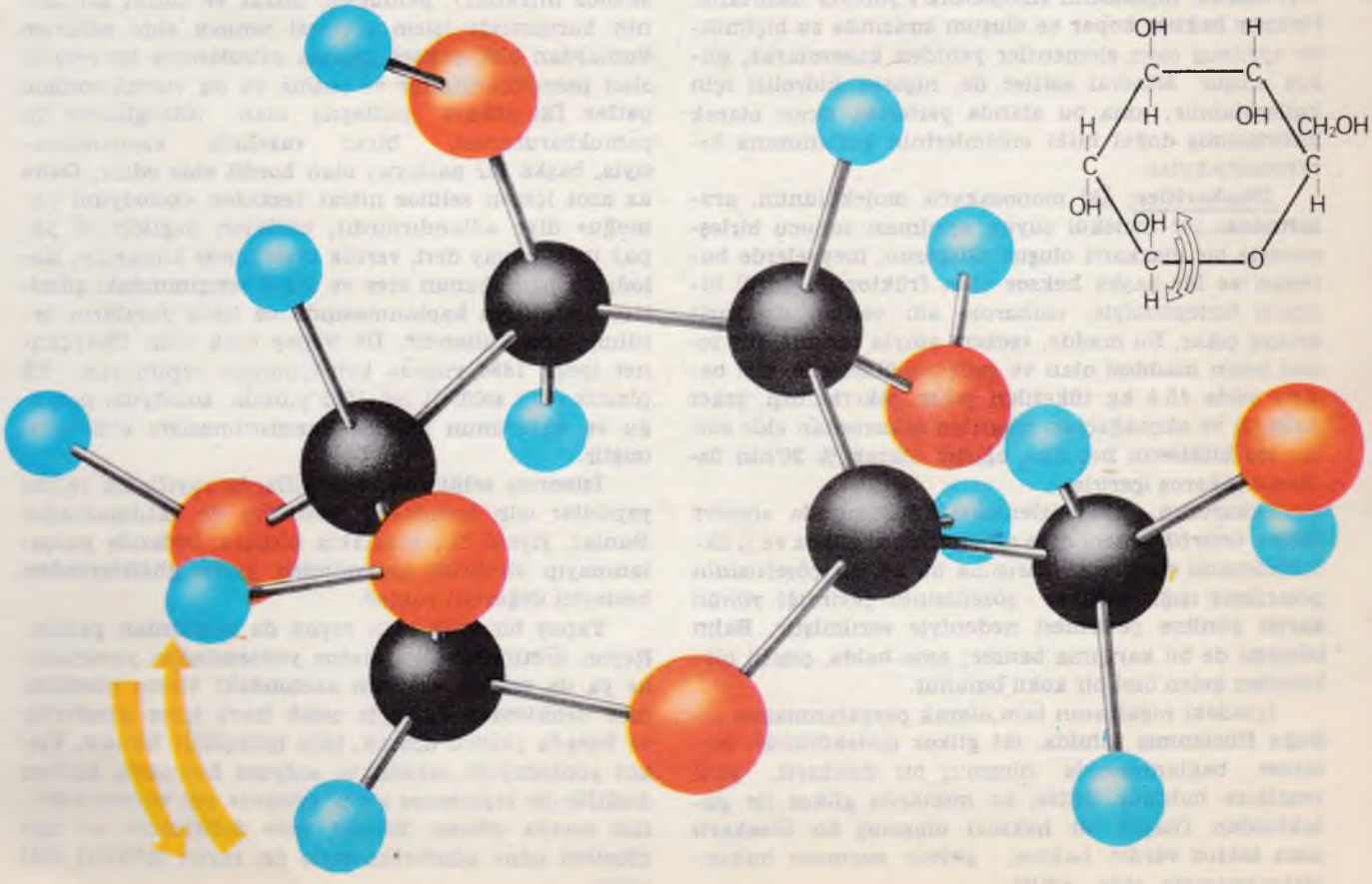


Monosakaritler: En yalın karbonhidratlar, yalnızca birkaç karbon atomu içeren monosakaritlerdir. Bu bileşikler genellikle tatlıdır ve adları, yunanca «şeker» anlamındaki, *sakkharon* sözcüğünden gelir. Daha karmaşık karbonhidratlar, monosakaritlerin birbirlerine bağlanmasıyla oluşur. Monosakaritler, içerdikleri karbon atomu sayısına göre farklı gruplara ayrılırlar. En çok bilinen gruplar, moleküllerinde beş karbon atomu bulunan pentozlar ile altı karbon atomu bulunan heksozlardır. Başka sayılarda karbon atomu içeren monosakaritler de vardır; ama bunlar, yaygın değildir.

Tatlı olan ve suda çözünen *glikoz* ($C_6H_{12}O_6$), en bol bulunan heksozdur. Hayvansal ve bitkisel metabolizmalarda, bir enerji kaynağı olarak yaşamsal rol oynar. Güneş ışığı, bitkiler tarafından, atmosferdeki



Hidrolizlenmiş nişastadan üç gün içinde billurlaşan dekstroz billurlaştırma tankları. (sağda) Sürecin hammaddesi mısırdır. Mısır, önce seyreltik asitle ıslatılır ve öğütücülerden geçirilir. Öğütmeden sonra yapılan işlemler sonucu ele geçen nişasta çamuru, asıt ve enzimler tarafından hidrolize uğratılır, koyu bir şurup oluşur. Arı dekstroz monohidrat (bir tür şeker) besinlerde, içeceklerde ve damardan besleme için serum yapımında kullanılır.



karbon dioksit *(CO_2)* ve suyla *(H_2O) fotosentez* (ışıl-bireşim) yoluyla glikoz yapımı için kullanılır. Doğada, glikozun çözeltide saklanması yerine, suda çözünmeyen polimerler (uzun zincirli moleküller) biçiminde saklanması daha uygundur. Hayvanlarda glikojen, bitkilerdeyse nişasta olan bu polimerler, glikoz moleküllerinin, her bağ için bir molekül suyun ayrılması yoluyla birbirlerine bağlanması sonucu oluşmuşlardır. Nişasta ve glikojenin, glikoz molekülleri arasında aynı tür bağlarla oluşmasına karşılık, glikojende, nişasta zincirine oranla yaklaşık iki kat daha çok dallanma vardır.

Glikoz, ilk kez 1887 yılında, Emil Fischer tarafından bireşim yoluyla hazırlanmıştır. Ama doğal kaynaklardan çok kolaylıkla elde edildiğinden, büyük miktarlarda yapımı için herhangi bir yöntem bulunamamıştır. Monosakaritlerin kimyasal bireşiminde başlıca güçlüklerden biri, karbon, hidrojen ve oksijen atomlarının, her biri bir izomer olan çeşitli yapılarda biraraya gelme olasılığıdır. Sözgelimi glikoz, tümü $C_6H_{12}O_6$ formülünde olan, on altı olası monosakaritten biridir ve bu izomerlerden yalnızca üçü doğada vardır. Doğal bireşimler, her biri öteki izomerleri dışlayarak bir izomeri üreten, özgül enzimler (doğada bulunan KATALİZÖR'ler) kullanılarak yürür. Bununla birlikte, laboratuvardaki kimyasal işlemlerde daha az özgüllük eğilimi vardır ve birbirinden ayrılması güç olan farklı izomerlerin karışımı ele geçer. Glikoz, ticari olarak, nişastanın HİDROLİZ'i yoluyla hazırlanır. Polimer bağları kopar ve oluşum sırasında su biçiminde ayrılmış olan elementler yeniden kazanılarak, glikoz oluşur. Mineral asitler de, nişasta hidrolizi için kullanılabilir; ama bu alanda yerlerini, ticari olarak hazırlanmış doğal bitki enzimlerinin kullanımına bırakmaktadırlar.

Disakaritler: İki monosakarit molekülünün, aralarındaki bir molekül suyun ayrılması sonucu birleşmesiyle bir disakarit oluşur. Glikozun, meyvelerde bulunan ve bir başka heksoz olan früktoz ile özgül biçimde birleşmesiyle, «*sakaroz*» adı verilen disakarit ortaya çıkar. Bu madde, «şeker» adıyla tanınır. Bir temel besin maddesi olan ve gelişmiş ülkelerde, kişi başına yılda 45,4 kg tüketilen şeker, şekerkamışı, şeker pancarı ve akçaağaçtan çıkarılan sakarozdan elde edilir. Bu bitkilerin her biri, ağırlık olarak % 20'nin üstünde sakaroz içerirler.

Sakarozun hidrolizlenmesi durumunda «*invert şeker*» (*evirtik şeker*) diye adlandırılan, glikoz ve früktoz karışımı ele geçer. Karışıma bu ad, bir çözeltisinin polarılmış ışığı, sakaroz çözeltisinin çevirdiği yönün karşıt yönüne çevirmesi nedeniyle verilmiştir. Balın bileşimi de bu karışıma benzer; ama balda, çeşitli bitkilerden gelen özel bir koku bulunur.

İçindeki nişastanın tam olarak parçalanmamış olduğu filizlenmiş tahılda, iki glikoz molekülünün birbirine bağlanmasıyla oluşmuş bir disakarit, yani «*maltoz*» bulunur. Sütte, az miktarda glikoz ile *galaktoz*dan (başka bir heksoz) oluşmuş bir disakarit olan *laktoz* vardır. Laktoz, peynir suyunun buharlaştırılmasıyla elde edilir.

Polisakaritler: Polisakaritler, genellikle suda çözünmeyen ve tatsız olan, toz biçimli bileşiklerdir. Birleşerek yüksek molekül ağırlığında bileşikler ortaya çıkaran monosakaritlerden oluşurlar.

Bitkilerde nişasta ve selüloz, yaygın olarak bulunur. Nişasta, tohum ve yumrularda besin kaynağı olarak depolanır. Selüloz ise, bitki hücre çeperlerinin temel yapı taşıdır. İkisi de birçok glikoz molekülünün birbirine bağlanarak polimerleşmesi sonucu oluşur; ama polimerleşmenin geometrisi, her biri için farklıdır.

Nişastada bağlar, polimerin sarmal bir biçim almasını sağlar. Bu nedenle nişasta molekülleri, tanecikler halinde toplanma eğilimindedir. Selülozda glikoz birimleri, düz zincir yapısı alırlar. Bu durum, selüloza, ipliksi bir özellik verir. Ekmek, nişastanın dallanmış bir biçimi (amilopaktin) ile dallanmamış bir biçimini (amiloz) içerir.

Nişasta, dokuma ve kağıt endüstrisi gibi, çeşitli endüstri dallarında da kullanılır. Nişasta ve selülozun kısmi parçalanması sonucu, dekstrin gibi yapıştırıcılar elde edilir. Glikojen ya da hayvansal nişasta, karaciğer ile kas dokusunda bulunur ve kas hareketi için gereklidir.

Selüloz, pamuk, odun, keten ve kenevir gibi doğal liflerin temel bileşenidir. Selülozun kimyasal olarak değiştirilmesiyle, birçok başka yararlı ürün elde edilebilir. Nitroselülozlar (daha doğru adlandırmayla selüloz nitratlar), pamuğun, nitrat ve sülfat asitlerinin karışımıyla işlem görmesi sonucu elde edilirler. Bunlardan biri, yüksek oranda nitrolanmış bir selüloz olan pamukbarutudur ve ısıtma ya da vurma sonucu patlar. İki yüksek patlayıcı olan nitrogliserin ile pamukbarutunun, biraz vazelinle karıştırılmasıyla, başka bir patlayıcı olan kordit elde edilir. Daha az azot içeren selüloz nitrat (eskiden «kolodyum pamuğu» diye adlandırılırdı), patlayıcı değildir ve yapay ipek, yapay deri, vernik üretiminde kullanılır. Kolodyum pamuğunun eter ve alkol karışımındaki çözeltisi, metallerin kaplanmasında ve tıpta yaraların örtülmesinde kullanılır. İlk yapay ipek olan Chardonnet ipeği, 1884 yılında kolodyumdan yapılmıştır. İlk plastik olan selüloit ise, 1865 yılında, kolodyum pamuğu ve kâfurunun alkolde karıştırılmasıyla elde edilmiştir.

İşlenmiş selülozlar, son yıllarda zayıflama rejimi yapanlar için hazırlanan besinlere de katılmaktadır. Bunlar, yiyeni tok tutmakla birlikte, bedende parçalanmayıp sindirim sisteminden geçip gittiklerinden, besleyici değerleri yoktur.

Yapay bir iplik olan reyon da selülozdan yapılır. Reyon üretiminde, ya *viskoz* yönteminden yararlanılır ya da selüloz asetatın asetondaki viskoz çözeltisi, ince deliklerden basınçla sıcak hava içine gönderilir ve burada çözücü uçarak, ince iplikçikler bırakır. Viskoz yönteminde, selüloz ve sodyum hidroksit, karbon disülfür ile tepkimeye girip, «viskoz» adı verilen ksantatı ortaya çıkarır. Bunun, ince deliklerden bir asit çözeltisi içine gönderilmesiyle de, reyon iplikleri elde edilir.

KARBON LİFİ

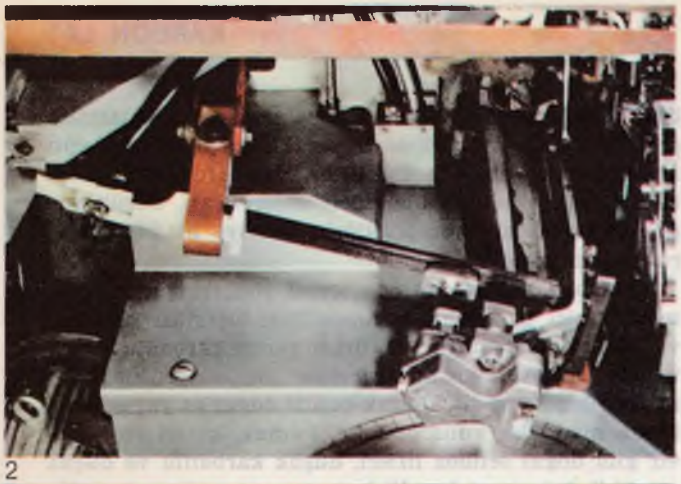
Karbon ve grafitin çeşitli lifli biçimleri, XIX. yüzyıldan bu yana teknik önem taşımaktadır. Dikkate değer en eski örnek, EDİSON'un, keten ve pamuk gibi karbonlaştırılmış doğal lifleri, akkor halde AMPUL'ünde kullanmasıdır. Karbonun ısıya dayanma özelliklerinden (buharlaşma sıcaklığının 3.700°C olması ve yüksek sıcaklıklarda bile fiziksel ve kimyasal değişikliklere uğramaması), çeşitli dokumaların, keçelerin, filtre kağıtlarının (sıcak ya da aşındırıcı gaz ve sıvılar için) yapımında yararlanılmıştır. Karbon ayrıca, yüksek sıcaklıkların söz konusu olduğu yerlerde yalıtım amacıyla ve endüstri işlemlerinde kataliz için de kullanılmıştır. Ne var ki bu ilk lifler, mekanik rijitlik ve dayanıklılık bakımından yetersiz ve kırılgan olduklarından, kompozit yapı malzemelerinin takviye edilmesinde kullanılmaya uygun değildir.

1950-1960 yılları arasında, fenol reçineleri (Bk. PLASTİKLER) için takviye maddesi olarak karbon dokumalardan yararlanılmaya başlanması, mekanik özellikleri oldukça geliştirilmiş liflerin ortaya çıkarılmasına neden oldu. Bu lifler, viskoz reyon (Bk. LİF, SENTETİK) ipliklerinden elde ediliyordu. Karbon lifi teknolojisindeki hızlı ilerlemeler ve bu konunun bilimsel bakımdan açıklığa kavuşması, 1960 yıllarında gerilme direnci ve çekme dayanıklılığı yüksek liflerin üretilmesine yolaçtı. Bu lifler, yapılarda kullanılan bütün geleneksel maddelerden üstün olan, düşük yoğunluklu, sağlam kompozitlerin takviye maddesi olarak önemlidir.

Karbon lifi üretiminde temel yöntem şudur: Kömürleştirici ısı işlemi boyunca lifli biçimini koruyan ve yüksek karbonlu artık ürün veren karbonlu hammadde, denetim altında *pirolize* (ısıyla ayrışma) uğratılır. Başlangıç lifi olarak çeşitli doğal ve yapay karbonlu maddeler kullanılabilir. Pamuk, keten ve kenevir gibi doğal selüloz lifleri, düşük karbonlu ve düşük nitelikli ürün verirler. Viskoz reyon (yenilenmiş selüloz), önemli gelişmeler sağlayan ilk yapay başlangıç liflerinden biridir. En büyük ilerlemeler, ticari akrilik ürünlerde kullanılan liflerin benzeri olan poliakrilo-

Karbon lifi yapımında kullanılan akrilik lifin yükseltgenmesinde yararlanılan oksitleme fırınının içi. (altta) Akrilik iplikler, işlem boyunca kapalı olan fırında sağdan sola hareket edip, yavaş yavaş yükseltgenerek, beyazdan siyaha doğru renk değiştirirler.

1

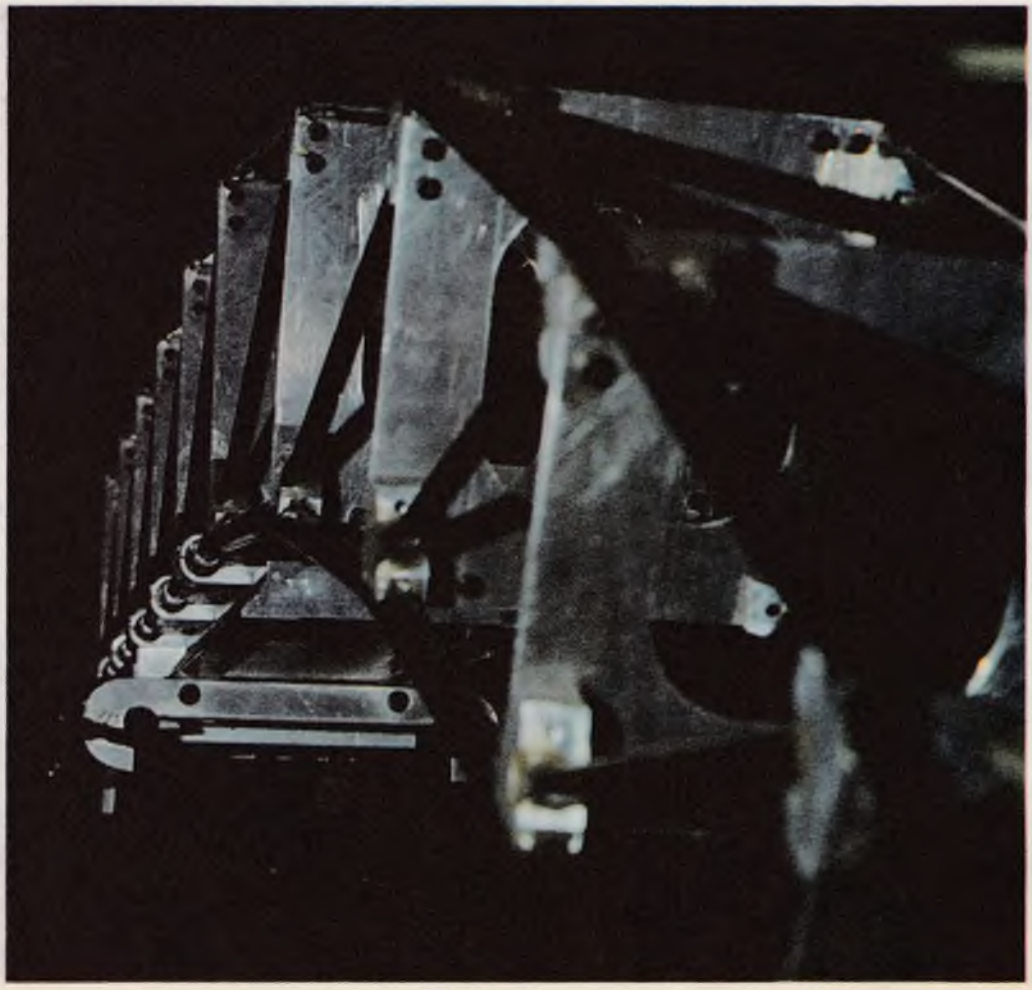


2

nitril liflerinde sağlanmıştır. Öteki yapay polimer başlangıç liflerinin başlıcaları şunlardır: Polivinil alkol; poliimit; poliamitler. Çeşitli zift ve ziftli lifler ile işlem görmüş yünlü lifler de kullanılabilir.

Karbon liflerinin elde edilmesi: Başlangıç liflerinin yüksek nitelikli karbon lifine dönüşmesi için, zaman, ısı, atmosfer ve gerilim gibi koşulların denetim altında tutulduğu, uzatılmış ısıl işlem gereklidir. Yaklaşık 10 000 iplikçik içeren lif demetleri, ya fırınlarda gruplar halinde ya da fırınlar sistemi içindeki sürekli geçitte, işleme uğratılır.

Polimer başlangıç lifinin dönüşümü için gerçekleştirilen işlemler, buharda germeyle başlar. Lifler daha sonra 200°-300°C arasında ısıtılır. Bu ısıtma işlemi, MOLEKÜL zincirleri arasında çapraz bağlanmaya neden olarak, lifleri kararlı hale getirir. Karbonlaştırma işlemi, argon gibi bir asal gaz ortamında, 1 000°C kadar sıcaklıkta gerçekleştirilir. Piroliz sırasında, gazlı ayrışma ürünleri dışarı verilir ve lif büzülür. Sözgelimi, «poliakrilonitril»in karbonlaştırılması sırasında, amonyak, karbon dioksit, su buharı, hidrojen siyanür ve azot gazları dışarı verilir. Son aşama, liflerin *grafitleştirilmesi*dir. Lifler, içlerinde düzgün grafit billurlarının oluşmasını sağlamak için, 2 000° — 3 000°C arasında bir ısıl işleme uğratılır.



«Pamuk atma çubuğu» diye adlandırılan, karbon lifiyle takviyeli plastikten yapılmış modern dokuma tezgâhı parçası. (Resim 1) Bu çubuklar eskiden tahtadan yapılırdı. Karbon lifi, tahtanın yarı ağırlığında, ama daha dayanıklı ve rijittir. Dayanıklılık ve rijitlik, tezgâha hem yüksek hızlarda çalışma olanağı sağlar, hem de pamuk atma çubuğunun ömrünü uzatır. İlk kez 1972 yılında takılan bu parçalar, günümüze kadar hatasız çalışmıştır.

Karbon lifi demetiyle karşılaştırılan bir insan saçı. (Resim 2)

Haddehanelerdeki merdanelerin boyutlarının denetiminde kullanılan bir duyarlı gösterge parçası. (sağda) Siyah renkli çerçeve, karbon lifinden yapılmıştır.

Karbon liflerinin yapısı: Element olarak karbon, fiziksel ve mekanik özellikleri farklı olan şekilsiz (amorf) ya da billur yapıda olabilir. Bu nedenle karbon liflerinin nitelikleri, lif mikroyapısına ve atom yapısına bağlıdır. Bu etmenler, süreçte yeralan değişkenler (ısıl işlemin sıcaklığı; başlangıç lifinin yapısı; gerilim; ortam) tarafından belirlenir. Yüksek mekanik dayanıklılık için, billur grafit biçimi yeğlenir. Bu biçim, altı köşeli, sık tabakalı billur yapıdadır.

Tabakalar arasında 3,35 angströmlük (1 angström milimetrenin on milyonda biridir) aralıklar vardır ve *anizotropi* (billur tanelerinin her doğrultuda farklı fiziksel özellikler taşıması) özelliği gösterir. Bugüne kadar bulunan en sağlam malzeme, ipliksi grafit billurlarıdır. Isıl işlem sırasında grafit yapısı yönlendirilirse, rijit ve sağlam karbon lifleri elde edilir.

Düzgün molekül yapılı, organik başlangıç lifi kullanılarak, billur tabakaların lif eksenine paralel olarak dizilmesi sağlanabilir. Grafitleştirmeden sonra, küçük grafit lifçiklerinden oluşan (fibril) ağ yapılar elde edilir. Ağ yapıların her biri, 15 billur tabakası kalınlığında,150 angström genişliğinde, 10 000 - 100 000 angström uzunluğundadır. Lifçikler kusurlu biçimde bir araya geldiklerinden, genellikle, boylamasına uzanan boşluklar ortaya çıkar. Zift gibi, daha ucuz ve düzensiz başlangıç lifleriyle de, *uzama grafitleştirmesi* yoluyla, benzer bir etki ortaya çıkarılabilir. Bu süreçte lifler, 2 200° — 2 900°C'taki grafitleştirme sırasında gerdirilir.

Lifin enine kesiti, yuvarlak, düzensiz, hattâ kemik biçiminde olabilir. Lifler genellikle 6-15 mikron çapındadır. Yüzey görünüşü, başlangıç lifine bağlı olarak değişir: Poliakrilonitrilli lifte pürüzsüz; reyonlarda, boydan boya oluklu. Reçinelere yapışma özelliklerini artırma amacıyla, lif yüzeyleri genellikle işlenir. Bu amaçla ya gaz ve sıvı yükseltgeme (çukur oluşturma) ya da ipliksileştirme (yüzeyde silikon nitrür billurlarının oluşması) yöntemlerinden yararlanılır.

Özellikleri: Grafitleştirilmiş ya da kısmen grafitleştirilmiş lifler, başka lif türlerinden hem daha dayanıklı ve rijittir, hem de farklı fiziksel özellikler taşırlar. Bu lifler, mekanik ve fiziksel özelliklerinde anizotropi gösterirler. Başka bir deyişle, dayanıklılıkları, kuvvetin billur tabakalarının yüzeylerine ya da enine uygulanmasına bağlı olarak değişir. Esneklik, dayanıklılık ve anizotropi derecesi, billur büyüklüğü ve dizilişiyle ilişkilidir. Gerilme direnci, 1 200° — 3 000°C arasındaki ısı uygulamasıyla giderek artar. Isıyla genleşme katsayısı, uzunlamasına biraz azalır; yani sıcaklıktaki artmayla, boyda küçük bir kısalma orta-

Karbon lifi temelli kompozit malzemelere de, cam takviyeli plastikler gibi biçim verilebilir. (altta) Ford GT 40 marka spor otomobillerde karbon lifli gövde denenmiştir.

ya çıkar. Buna karşılık, sıcaklığın artmasıyla, ende hafif bir genişleme görülür. Grafitleştirmeyle yoğunluk, 1,5'tan, 2 gr/cm³'e yükselir. Karbon lifinin elektriksel direnci, alüminyumun yaklaşık 500 katıdır.

Karbon liflerinin kullanım alanları: Karbon liflerinin, üstün mekanik özelliklerinin yararlı hale getirilmesi için, dolgu maddeleriyle (polimerik, metalik ya da seramik), bir kompozit malzeme oluşturacak biçimde bir araya getirilmeleri gerekir. Dolgu, yükü lif boyunca yayar, lifleri bağlar ve korur. Kompozit malzemeler, polyester, epoksi ve poliimit reçinelerle birlikte, kalıplama ya da sarma yoluyla elde edilir. Kompozit malzemelerde dayanıklılığın ağırlığa ve rijitliğin ağırlığa oranı çok yüksektir. Bu tür nitelikler, yapı ağırlığının, eylemsizliğin ve merkezkaç gerilmelerinin düşük olmasını gerektiren uygulamalarda büyük değer taşır: Havacılık ve uzay mühendisliği (uydular, uzay gemileri ve UÇAK yapımı); döner makinalar (SANTRİFÜJ, HELİKOPTER ve KOMPRESÖR kanatları); tekstil makinaları; spor malzemeleri (golf sopaları, raketler, yarış arabaları). Bu tür kompozit malzemeler, aynı zamanda kimyasal maddelere ve aşınmaya da dayanıklıdır. Sürtünme ve aşınma özellikleri (özellikle termoplastik dolgulu olanlar), liflerin, YATAKLAR ve DİŞLİ ÇARKLAR'da kullanılabilmelerini sağlar. Yüksek sıcaklıktaki uygulamalarda, metaller ve seramiklerle birleşmiş halde olmaları gerekir. Metaller, elektriksel çökeltme ya da basınçla kalıplama yoluyla birleştirilirler. Seramik ise, toz halinde basınç uygulaması yoluyla birleştirilir. Fenollü reçinelerle birleştirilmiş karbon lifli dokumalar, yavaş yanma özellikleri nedeniyle, ısı kalkanları ile ROKET ve balistik araçların burunlarında kullanılırlar. Karbon lifi ve karbon kompozitleri, normal grafitten daha iyi mekanik özellikler taşıdıklarından, roket motoru parçalarında, yataklarda ve nükleer uygulamalarda çok yararlı olurlar.

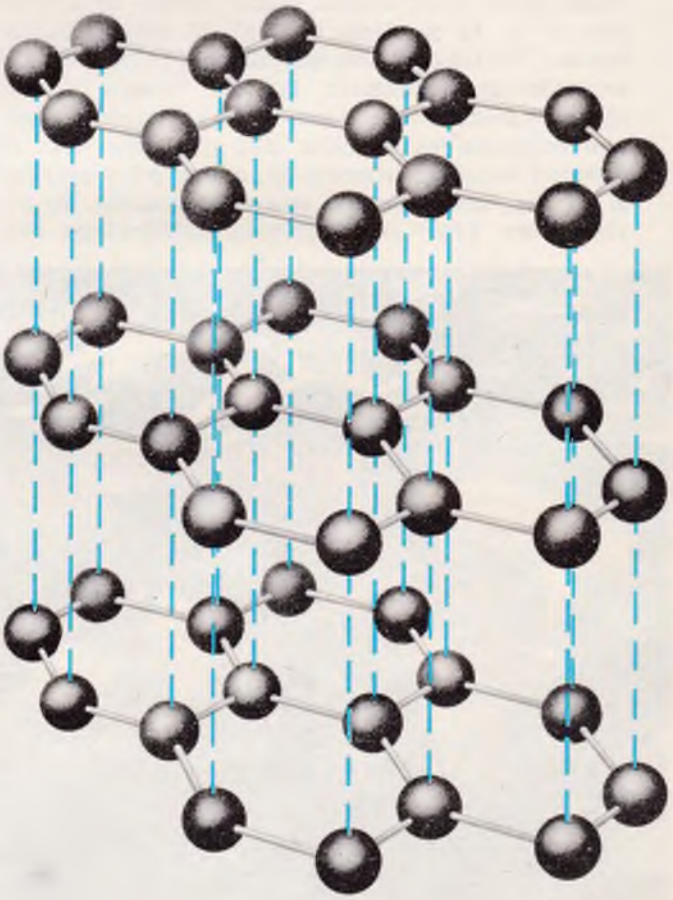
KARBON VE OKSİTLERİ

Karbon elementi (atom numarası 6, atom ağırlığı 12,01), çoğunda yalnızca hidrojenle birleştiği, bir milyonun üstünde bileşik oluşturur. Karbon kimyası çok geniştir. Kimyanın bir dalı olan ORGANİK KİMYA'nın tümü, ona ayrılmıştır. Kimyasal simgesi *C* olan karbon, PERYODİK ÇİZELGE'de *4b* grubu elementlerinden biri olarak sınıflandırılır. Bu grubun öteki üyeleri, SİLİSYUM, germanyum, KALAY ve KURŞUN'dur.

Bulunuşu: Canlılar için büyük önem taşıyan karbonun, yerkabuğunda yalnızca % 0,3 oranında bulunması ilginçtir. Karbon, doğada serbest element olarak, elmas ve grafit biçiminde bulunur. İnsandan «amip»e (en yalın tek hücreli hayvan) kadar, canlı organizmaların tümünde, karbon içeren çeşitli organik moleküller vardır. Bazı minerallerde karbon, karbonat biçiminde bulunur: İkisi de kalsiyum karbonat olan tebeşir ve kireçtaşı; magnezyum ve kalsiyum karbonatların karışımı olan dolomit. Bitki artıklarının tortul birikintilerine, «*karbonlu kayalar*» adı verilir; bunlar, turba ve çeşitli kömür türlerinin yanı sıra, petrol ve gaz içerebilir. Bileşimleri, çökelti oluşumu sürecindeki farklı ısı ve basınç koşullarına bağlıdır.

Karbon, bir temel enerji kaynağıdır: Petrol ve kömür biçiminde, endüstri dünyası için; yalın bir KARBONHİDRAT olan glikoz biçiminde, biyolojik düzeyde. Bitkiler, «fotosentez» (ışılbireşim) diye adlandırılan bir yoldan, atmosferdeki karbon diokside su ekleyerek karbonhidratları oluştururlar. Hayvanlar da bitkileri sindirip, solunum yoluyla karbon dioksidi atmosfere verirler. Bitki ve hayvan yaşamını birbirine bağlayan bu çevrim, «*karbon çevrimi*» diye adlandırılır.

Doğada bulunan karbon, bir İZOTOP (ÇEKİRDEK'lerinde eşit sayıda proton, ama farklı sayıda nötron bulunan, aynı elementin farklı ağırlıklı atomları) karışımıdır ve % 98,89 oranında ^{12}C, % 1,11 oranında ^{13}C ile eser miktarda ^{14}C izotoplarından oluşur. Karbon 12 ile karbon 13 kararlıdır, karbon 14 radyoaktif-



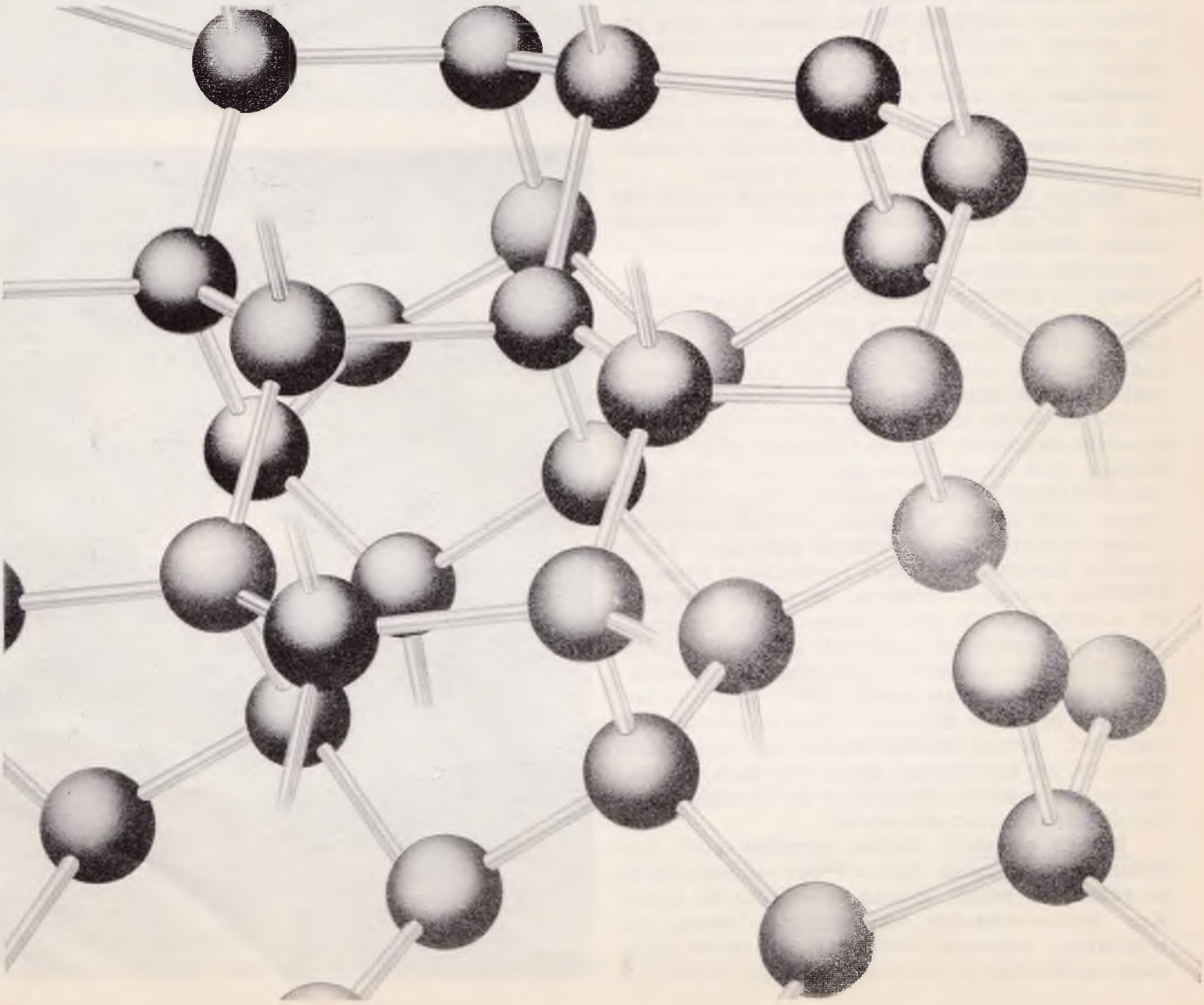
Arı karbonun iki alotropu ya da iki katı biçimi vardır: Elmas, grafit. Elmasın (sağda), düzgün dörtyüzlüler biçiminde yığılmış atomları vardır (düzgün dörtyüzlü, dört tane eşkenar üçgen yüzeyden oluşmuş bir geometrik şekildir). Bu düzenlenme, elmas billurunun biçimine de yansır. Grafit (üstte), altıgen atom halkalarının ortaya çıkardığı düzlemlerden oluşur. Düzlemler birbirleri üstünden kayabilirler.

tir ve yarı ömrü 5 570 yıldır. Bu radyoizotop, radyokarbonla yaş belirleme yönteminin temelidir (Bk. ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ).

Karbonun, *süblimleşme* (süblimleşme, katı durumdan, sıvı duruma gelmeden, doğrudan gaz durumuna geçme olayıdır) eğilimi nedeniyle, iyi belirlenen bir erime noktası yoktur. Kuramsal erime noktası çok yüksek (3 500°C'ın üstünde), kaynama noktası da 4 200°C dolayındadır. Eskiden karbonun üç *alotropik* biçiminin varolduğu düşünülmüştür: Elmas; grafit; karbon siyahı (is). Alotropi, bileşimleri aynı olan bileşiklerin, fiziksel yapılarındaki farklılıktır. Karbonda ise, bu alotropik biçimlerden yalnızca ikisi farklı olabilir. Karbon siyahının yapısı, ince toz haline gelmiş grafitinkine çok benzer.

Elmas: Elmas, karbonun saydam ve billursu bir biçimidir. Doğada bulunan maddelerin en sertidir (1957 yılında bireşim yoluyla üretilen borazon, elmas kadar serttir ve onu çizebilir). Elmas kötü bir ısı ve elektrik iletkenidir ve sudan 3,5 kez daha yoğundur.

Elmasın billur yapısı, X IŞINLARI kırınmasıyla belirlenen ilk billur yapılardan biridir. Her karbon atomu, dört köşesinde başka karbon atomlarının bulunduğu düzgün bir dörtyüzlünün merkezinde yeralır ve bu yapı, billurun tümüne yayılır. Böylece her billur, dev bir moleküldür. Süs eşyası olarak kullanılan elmaslar arasında, eser miktarda yabancı madde nedeniyle renklenmiş taşlar bulunur. Kusursuz olmayan elmas billurları, endüstride kullanılır. Elmas, sertliği nedeniyle, delme, kesme ve öğütme işlemlerinde çok yararlı olur. Özellikle Güney Afrika ve Brezilya'da bulunan elmasın grafitten daha yoğun olması, kuramsal olarak, grafiti elmasa dönüştürme olanağının bulunduğunu gösterir. 1950'lerde, dönüşüm için gerekli ısı ve basınç koşulları bulunmuştur. Ancak, günümüze kadar yalnızca küçük (0,1 kırat) endüstri elmasları yapılabilmiştir. Bunlar kuyumculukta kullanıla-



cak nitelikte değildir. Elmas ile grafitin yanma ısılarının karşılaştırılması, grafitin termodinamik olarak daha kararlı bir alotrop olduğunu gösterir. Elmas havada 600°-800°C arasında ısıtılarak yakılabilir.

Grafit: Karbonun öteki billur biçimi olan grafit, yumuşak, grimsi siyah renkli, kaygan ve dokunulduğunda soğuktur. Doğada yaygın olarak bulunur. Elmastan daha az yoğundur (suya göre yoğunluğu 2,2). Grafit, elektrik ve ısıyı iletir. Düzlem altıgen halkaların birbirine bağlanmasıyla ortaya çıkmış, düzlem tabakalardan oluşur. Bu tabakalar, aralarındaki bağlar zayıf olduğundan, birbirlerinin üstünden kolaylıkla kayarlar. Özellikleri nedeniyle grafit, *elektrot* (Bk. ELEKTROLİZ) olarak ve yağlama için kullanılır. Bu kullanım alanları, genel olarak bilinen kurşun kalem yapımından çok daha önemlidir. Ayrıca, NÜKLEER REAKTÖR'lerde *moderatör* (nötronların hızını azaltmak için) olarak önemli bir uygulama alanı vardır. Amorf (biçimsiz) karbonun, odunkömürü, is ve karbon siyahı gibi birçok biçimi bulunur. İncelemeler, bunların, grafitin mikrobillursu biçimi olduğunu göstermiştir. Bu biçimlerin fiziksel özellikleri, geniş yüzey alanları tarafından belirlenir. Karabarutun bir bileşeni olan odunkömürü, ona soğurucu özelliğini kazandıran çok yüksek yüzey alanı nedeniyle, önemli bir arılaştırıcıdır. Karbon siyahıysa, matbaa mürekkebi ile karbon kağıdı yapımında kullanılır ve otomobil lastiklerine dolgu maddesi olarak katılır.

Karbon kimyası: Karbon kimyasının başlıca ilgi alanı, karbon atomlarının birbirleriyle bağlanarak sağlam zincirler oluşturma özelliğidir. Bu bileşiklerin incelenmesi, organik kimyanın temelidir. Karbon kimyasında bir karbon atomu ile başka bir karbon atomu arasındaki bağın, karbon ve oksijen arasındaki bağ kadar sağlam olmasının, özel bir önemi vardır. Bu bağlar, karbon zincirlerinin havada kararlı olmasını sağlar. Karbon, kükürt ile birleşerek, geniş ölçüde kullanılan bir çözücü olan karbon sülfürü *(CS_2)*, azot ile birleşerek siyanürleri, klor ile birleşerek çözücü ve temizleme sıvısı olarak kullanılan kararlı bileşik karbon tetraklorürü *(CCl_4)* oluşturur. Flüorokarbonlar, aerosol iticisi olarak ve yapışmaz mutfak eşyalarının (yağsız tavaların) kaplanmasında kullanılır. Belirli metaller, karbonla çok yüksek sıcaklıklarda (çoğu kez 2 000°C'ın üstünde) birleşerek, karbürleri oluştururlar. Kalsiyum karbür *(CaC_2)*, kaynakçılıkta kullanılan bir gaz olan asetilenin *(C_2H_2)* elde edilmesinde kullanılır. Bu metal karbürlerin çoğu, çok sert maddelerdir: Sözgelimi, volfram karbür *(WC)*, çeşitli aletlerde kesici uç olarak kullanılır. Çeliğin kendine özgü özellikleri, demire dikkatle denetlenen miktarlarda demir karbür katılmasının sonucudur. Karbon, çeşitli oksitler de oluşturur. Bunların en iyi bilinenleri, karbon dioksit ve karbon monoksittir.

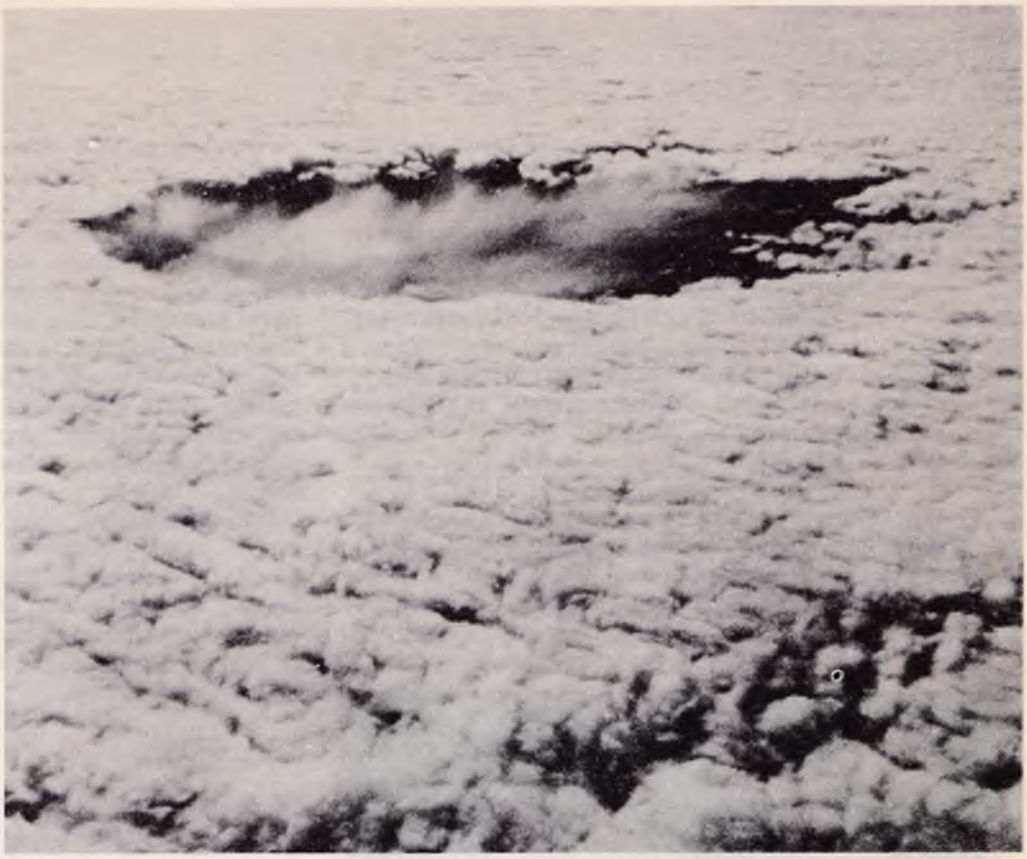
Karbon monoksit: Karbon monoksit *(CO)*, karbonun sınırlı miktarda oksijen içinde yakılmasıyla elde edilen çok zehirli, renksiz ve kokusuz bir gazdır. Kan hemoglobinindeki etkin demirle kuvvetli bağ oluşturması nedeniyle, zehirlidir. Bu durum, solunum yoluyla oksijen alınmasında, hemoglobinin ka-

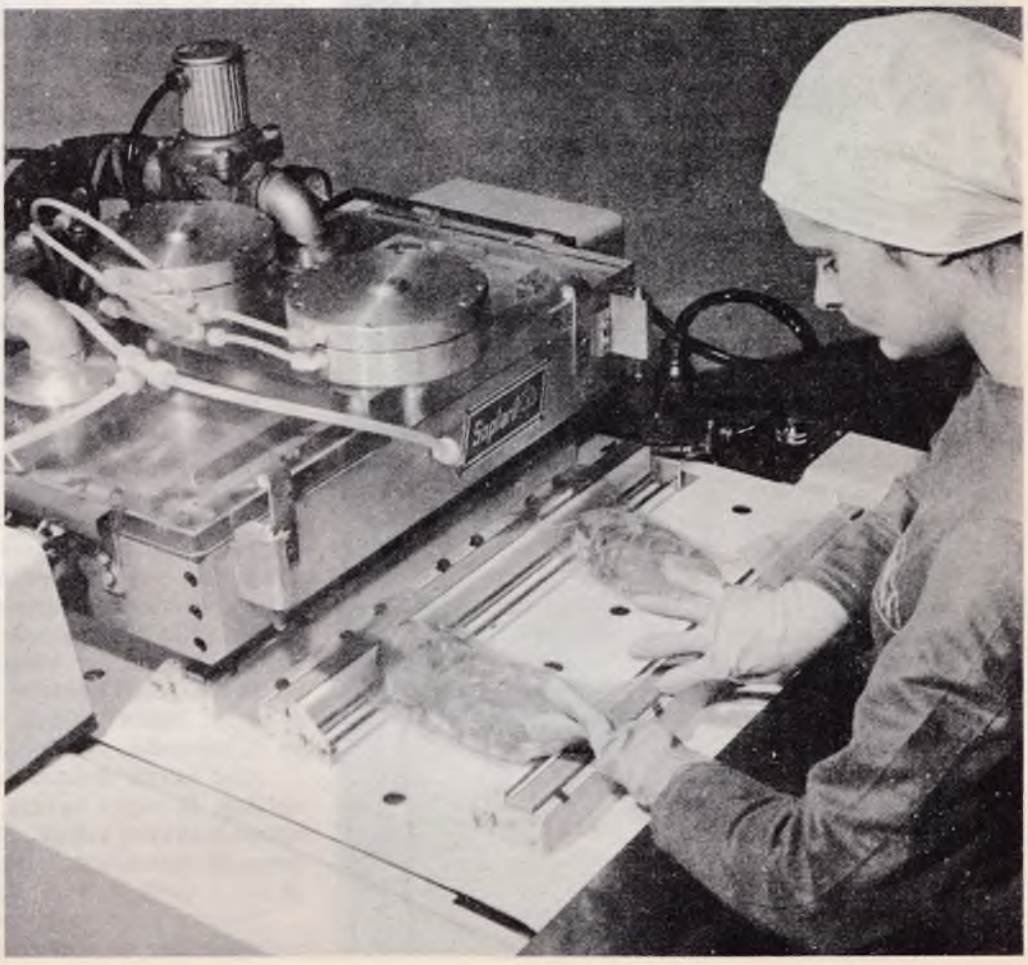
Karbonun bir biçimi olan elmas, doğada bulunan en sert maddedir. Resimdeki (solda) hafifçe renklenmiş oktahedral (düzgün sekizyüzlü) biçimindeki elmas, işlenmemiş durumdadır.

Karbon dioksit gazının kaynak sırasında bir kalkan olarak kullanılması. (altta solda)

Katı karbon dioksit (kuru buz) kullanılarak, kalın bir bulut tabakasında açılmış çekirdekleme deliği. (sağda)

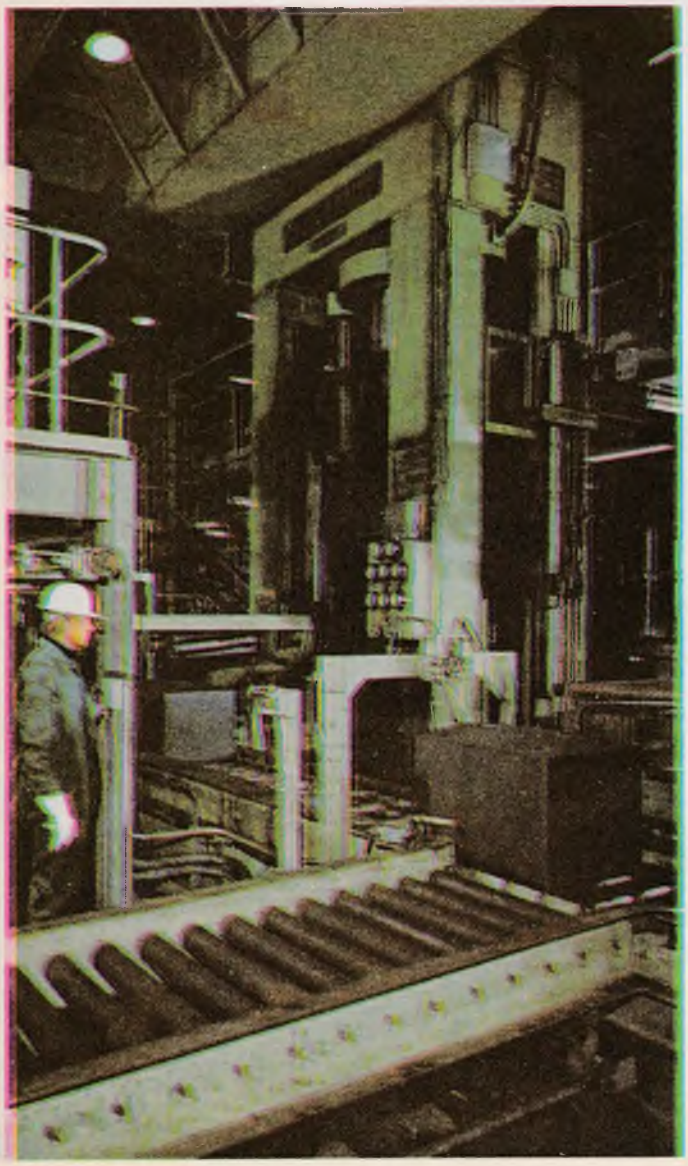
Salam, pişmiş et ve peynirin, korunmalarını sağlayan karbon dioksit ortamı içinde paketlenmesi. (altta, sağda)





talizör olarak etkisini önler. Endüstri işlemleriyle elde edilen havagazı, % 10 oranında karbon monoksit içerdiği için zehirlidir. Ama, doğal gaz (yergazı), özellikle metan *(CH_4)* içerdiğinden, bu bakımdan zararsızdır. Otomobillerde akaryakıt ve hava karışımlarının tamamlanmamış yanması sonucu, karbon monoksit oluşur. Yoğun trafikte bu yolla ortaya çıkan karbon monoksit, zehirleyici düzeylere ulaşır. Karbon monoksit, belirli GEÇİŞ ELEMENTLERİ'yle birleşerek, metal karbonilleri oluşturur. Nikelle *Ni $(CO)_4$*, demirle de *Fe $(CO)_5$* ortaya çıkar.

İyi bir elektrik iletkeni olması nedeniyle, karbondan elektrot yapımında da yararlanılır. Resimde (altta), elektrolit yöntemiyle alüminyum elde edilmesinde kullanılan büyük karbon blokları görülmektedir. Bunlar, zift ile kok kömürünün preslenmesi ve belirli bir sıcaklıkta pişirilmesiyle yapılır.



Karbon dioksit: Atmosfer, hacim olarak, % 0,03 oranında karbon dioksit *(CO_2)* içerir. Karbon dioksit, renksiz, hafif kokulu ve hafif asit tadında bir gazdır. Karbonun aşırı oksijen içinde yakılmasıyla elde edilir. Zehirli olmamakla birlikte, havadan ağır olmasından dolayı, maden ocakları ile çukurlarda, havanın yerini alarak boğulma sonucu ölüme neden olur. Karbon dioksit, basınç altında sıvılaşır ve —56,6°C'ta donar. «Kuru buz» adı verilen bu katı, —78,5°C'ta süblimleşir. Kuru buz, düşük sıcaklıklar gerektiğinde geniş ölçüde kullanılır. Ayrıca, yanmaya yardımcı olmaması nedeniyle, yangın söndürücülerde de yararlı olur.

Karbon dioksit suda çözünür ve suyla tepkimeye girerse, zayıf ve kararsız bir asit olan karbonik asidi *(H_2CO_3)* oluşturur. Bu asit, hidrojen karbonat ve karbonat tuzlarını verir. Sodyum hidrojen karbonat *($NaHCO_3$)*, kabartma tozu olarak ve mide asidine karşı ilaç olarak kullanılır. Sodyum karbonat *(Na_2CO_3)* ise, çamaşır sodasıdır.

KARBÜRATÖR

İÇTEN YANMALI MOTOR'un önemli bir parçası olan karbüratör, havayı benzin buharıyla karıştırmada kullanılır. Daha sonra yakılmak için motora iletilen bu karışım, soğuk havalarda ilk çalışma sorunundan, apansız hızlanmalara kadar, çeşitli durumlarda gerekli gücü sağlar.

XIX. yüzyılın sonuna doğru ortaya çıkan ilk karbüratörler, «*yüzey karbüratörü*» diye adlandırılırdı. Bunlarda hava, yakıtın yüzeyi üstünden geçirilerek emilir, böylece havayla karışarak yanan bir karışım oluşturan yakıt buharı, motora verilirdi. Daha sonra geliştirilen *fitilli karbüratör* de bu ilkeye göre çalışırdı; ama bunlarda hava, yakıtın üstünden değil, bir uçları yakıta batırılmış fitillerin üstünden geçerdi. Yakıt, fitillerden buharlaşarak havayla karışırdı. Buharlaşmayı kolaylaştırma amacıyla da, motordan gelen sıcak havadan yararlanılırdı. Günümüzde kullanılan iki temel karbüratör türü geliştirilinceye kadar, yukarda anlatılan türlerin değişik modelleri yapıldı. Bugün kullanılan başlıca karbüratör türleri, değişmez hava akımlı ve değişken hava akımlı türlerdir.

Yakıt-hava karışımı: Karbüratör, motorun emme gücünden yararlanarak, yakıtı çok küçük damlacıklar haline getirir ve buharlaştırır. Gerekli hava - yakıt oranının sağlanması için, karbüratöre giren havanın içindeki yakıt miktarı, «jikle» ya da «venturi» adı verilen dar bir bölüm yardımıyla denetlenir. Bu bölümden geçen havanın hızı artar, dolayısıyle basıncı azalır. Düşük basınçlı bu alana açılan bir delikten ya da *meme*den, yakıt emilir.

Çok küçük damlacıklar halinde gelen yakıt, genellikle, 15 birim havaya karşılık 1 birim yakıt oranında, havayla karışır. Ancak, soğuk havalarda motorun çalışması için, karışımın çok daha zengin (sözgelimi 2 birim hava/1 birim yakıt) olması gerekir.

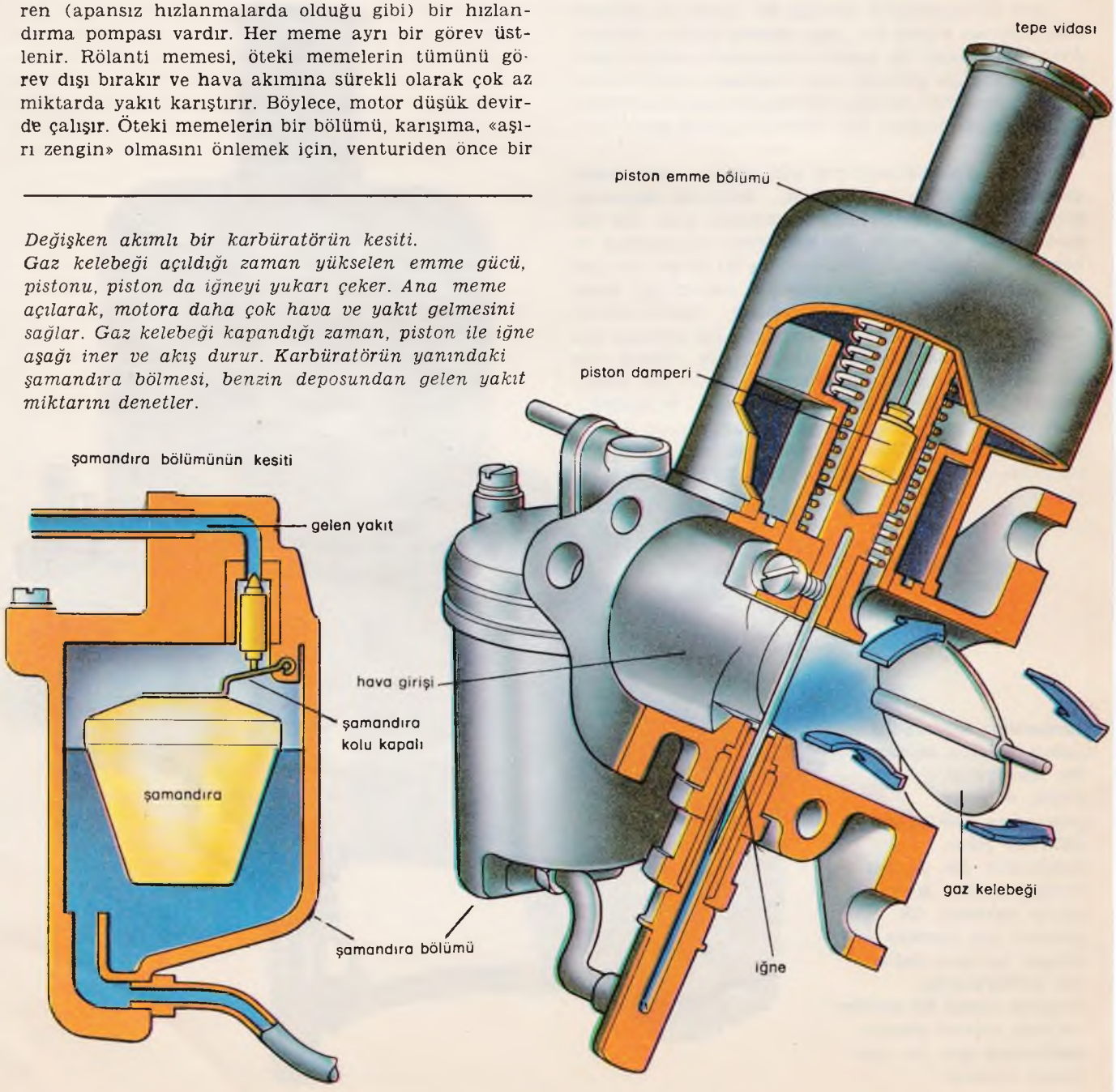
Motora giren yakıt-hava karışımının oranını, venturinin arkasına yerleştirilen gaz kelebeği belirler. Bu,

açıldığı zaman (yani gaza basıldığı zaman) çok miktarda karışım geçiren, kapandığı zaman ise, karışımın geçmesini engelleyen yalın bir aygıttır. Bu yüzden gaz kelebeği, motorun çalışma hızını belirler. Yakıt-hava karışımı, silindirlerden birine dolar ve bir supap, silindiri kapatarak, karışımın silindir içinde kalmasını sağlar. Karışım, buji yardımıyla ateşlenmeden önce, pistonun yükselmesiyle sıkıştırılır. Karışımın yanmasından doğan kuvvet, pistonu aşağı iter, supap açılır ve çevrim yeniden başlar.

Değişmez akımlı karbüratör: Bu tür karbüratörlerde, değişmez büyüklükte memeler ile gerektiği zaman bütün yakıt püskürtme sistemini harekete geçiren (apansız hızlanmalarda olduğu gibi) bir hızlandırma pompası vardır. Her meme ayrı bir görev üstlenir. Rölanti memesi, öteki memelerin tümünü görev dışı bırakır ve hava akımına sürekli olarak çok az miktarda yakıt karıştırır. Böylece, motor düşük devirde çalışır. Öteki memelerin bir bölümü, karışıma, «aşırı zengin» olmasını önlemek için, venturiden önce bir miktar hava karıştıracak biçimdedir. Gaz kelebeği açıldığı zaman çalışmaya başlayan ana meme, motorun sürekli olarak yüksek hızda çalışması için gereken yakıtı sağlar. Hızlanma memesiyse, gaz kelebeği açıldığı zaman motora, istenilen dönme hızına ulaşıncaya kadar ek yakıt iletir. Bu hızdan sonra, çalışmayı ana meme üstlenir. Bu tür karbüratörlerde başka memeler de bulunabilir; ama bunların, sözü edilen üç önemli memeye yardımcı olmaktan başka işlevi yoktur.

Değişken akımlı karbüratör: Motorun emme gücüyle çalışan bu karbüratörlerde de, motorun hızı, gaz kelebeğinin konumuna bağlıdır. Karbüratörün önemli

Değişken akımlı bir karbüratörün kesiti. Gaz kelebeği açıldığı zaman yükselen emme gücü, pistonu, piston da iğneyi yukarı çeker. Ana meme açılarak, motora daha çok hava ve yakıt gelmesini sağlar. Gaz kelebeği kapandığı zaman, piston ile iğne aşağı iner ve akış durur. Karbüratörün yanındaki şamandıra bölmesi, benzin deposundan gelen yakıt miktarını denetler.



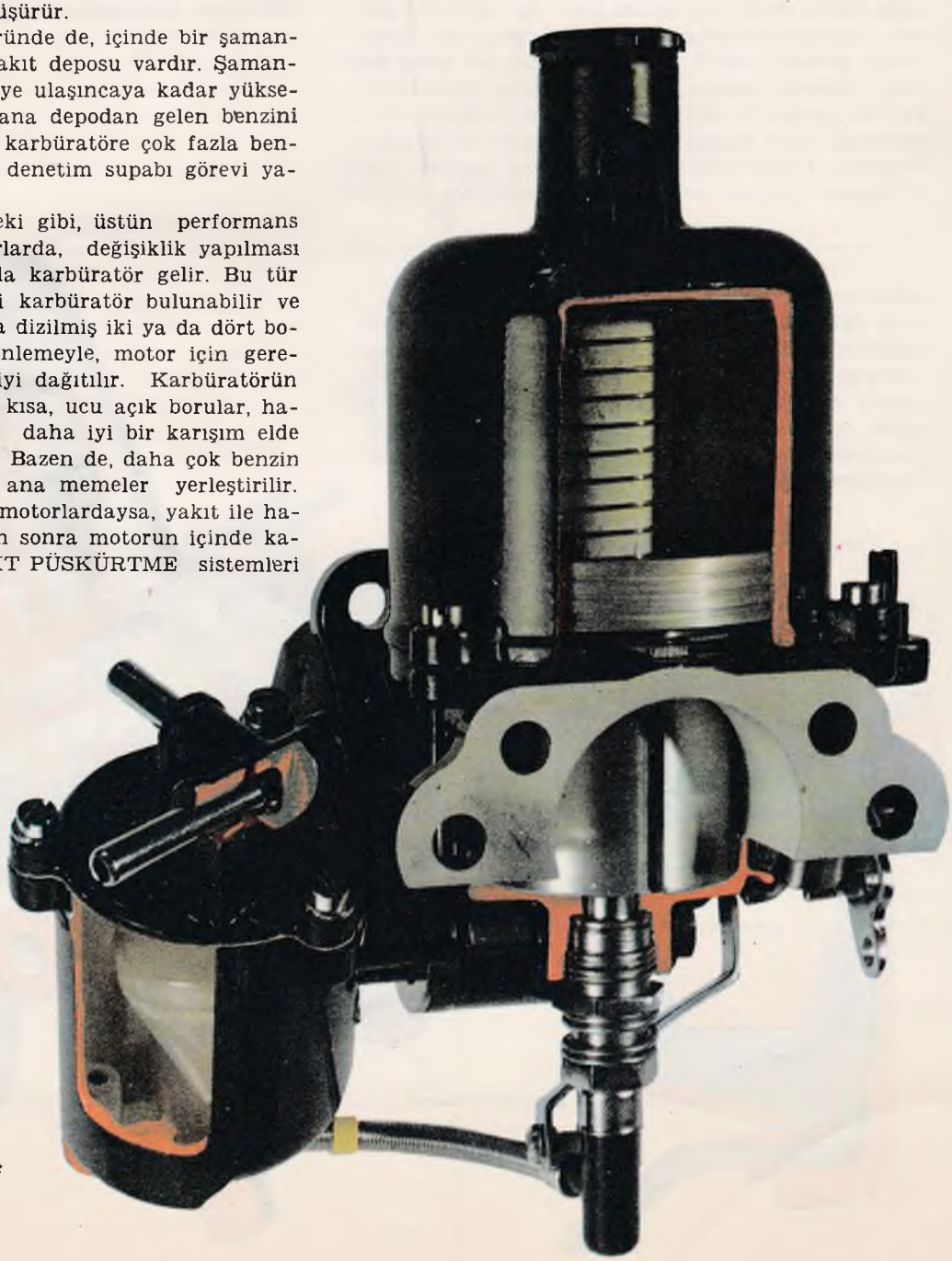
parçaları, ana meme ve pistona bağlı olan sivri uçlu iğne supabıdır. Bu karbüratörlerde hava, her zaman yandan içeri girer; piston ile iğneyse, kolayca hareket edebilmeleri için, dikey olarak yerleştirilir. Bunlar, hava borusunda ya da boğazda yeralırlar. Sivri uçlu supap, ana memenin içinde bulunur. Gaz kelebeği açıldığı zaman motorun emme gücü yükselir ve pistonu yukarı doğru çeker. Piston yükselirken sivri uçlu supabını da çekerek, ana memenin açılmasını sağlar. Böylece içeriye daha çok yakıt girerek havayla karışır. Apansız hızlanmalarda daha zengin karışım gerektiği zaman, pistonun üstünde yeralan damper, pistonun yükselme hızını düşürür.

Her iki karbüratör türünde de, içinde bir şamandıra bulunan küçük bir yakıt deposu vardır. Şamandıra, yakıt belirli bir düzeye ulaşıncaya kadar yükselip, söz konusu düzeyde, ana depodan gelen benzini keser. Şamandıra böylece, karbüratöre çok fazla benzin gelmesini önleyip, bir denetim supabı görevi yapar.

Yarış otomobillerindeki gibi, üstün performans göstermesi istenen motorlarda, değişiklik yapılması gereken parçaların başında karbüratör gelir. Bu tür motorlarda, bir yerine iki karbüratör bulunabilir ve her karbüratörde yan yana dizilmiş iki ya da dört boğaz yeralabilir. Bu düzenlemeyle, motor için gereken yakıt karışımı daha iyi dağıtılır. Karbüratörün hava girişine yerleştirilen kısa, ucu açık borular, hava akımını düzenleyerek, daha iyi bir karışım elde edilmesine yardım ederler. Bazen de, daha çok benzin gelmesi için, daha büyük ana memeler yerleştirilir. Bazı yüksek performanslı motorlardaysa, yakıt ile havanın dikkatle ölçüldükten sonra motorun içinde karışmasını sağlayan, YAKIT PÜSKÜRTME sistemleri vardır.

KARDAN KAVRAMASI

Millerin çeşitli açılarda döndürülmesini sağlayan kardan kavraması, yüzlerce yıldır kullanılmaktadır. İlk kardan kavramasının XVI. yüzyılda İtalyan matematikçisi Girolamo Cardano (kardan mili sözcüğü de buradan kaynaklanmaktadır) tarafından yapıldığı söylenmektedir. Ama, ilk kullanılabilir kardan, 100 yıl sonra, Robert HOOKE tarafından geliştirilmiştir. Hooke'un buluşu, iki milin uçlarındaki ıstavrozla birbirine birleştirilmiş çatallardan oluşuyordu. Modern Hooke kavraması da aynı ilkeye göre çalışır; ama



Şamandıra bölümü yanda yeralan modern bir karbüratör. Yakıt, memeye, şamandıra bölümünün altından çıkan bükülebilir bir naylon boruyla iletilir. Memenin düşey hareketi, ilk çalışma için gereken zengin karışımı sağlar. Bu karbüratörde, karışımı düşük hız devrine ve hızlı rölanti devrine ayarlamak için, üç ayar vidası bulunur.

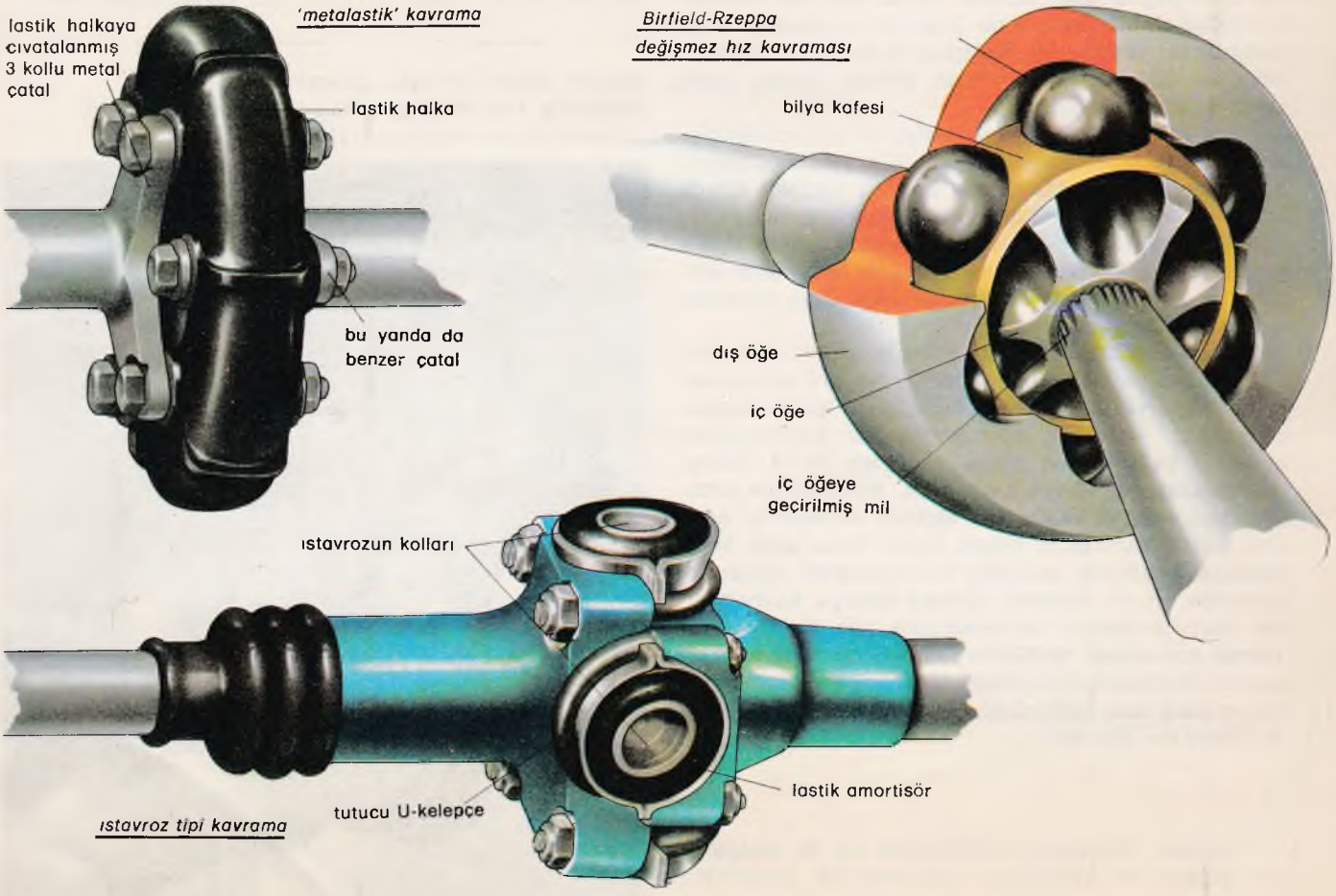
Bu tip kardan kavraması (üstte), değişik lokma anahtarların bağlantısını sağlamada kullanılır ve ulaşılması zor mekanik bağlantılardaki cıvata ile somunların hızla döndürülmesine yarar.

'Metalastik' kardan kavraması. (altta) Miller arası açıklıkta, birbirine doğru, küçük değişmelere olanak verir. Istavroz tip kavrama, U-kelepçeleriyle, ıstavroz ortada olacak biçimde bir arada tutulur. Birfield-Rzeppa, bir değişmez hız kavramasıdır; çünkü bilya düzlemi, her zaman miller arasındaki açının, açıortayı doğrultusundadır.

bunda, kaymalı yataklar yerine, iğne makaralı pulman yatak kullanılır.

Hooke kavramasının çeşitli türleri vardır: Istavroz yerine bir bilezik kullanılan, bilezik tipi; millerin çatallı uçlarının, bir bilyada açılmış deliklere girdiği bilya tipi (çatallı uçlar bilyaya, bilya yarıçapından girerse, küre ile miller rijit bir bağlantı oluşturur); bir milin ucunda *T* biçimli bir parçanın, ötekinde de içi oyuk silindir biçimli bir çanağın bulunduğu Dion çanak tipi kavrama; vb. *T* biçimindeki parçanın ucundaki yataklara takılmış blokların dış yüzeyi eğriseldir ve çanaktaki yuva ya da yarıklara uyar. Yataklar, *T* parçası düzlemine dik bir dönüşe olanak verir. *T* parçasının düzlemindeyse, dönüşü, delikte kayan eğrisel kenarlar sağlar.

Millerin eksenleri arasındaki açıların küçük olduğu ya da istenmeyen moment geri dönüşlerinin ve titreşimlerin ortaya çıktığı durumlarda, iki mil arasındaki bağlama öğesi, belli bir miktar sönüm sağlayabilmek için, lastikten yapılır (ya da lastikle kaplanır). En çok kullanılan, halka tipi kardandır (Lotus Elan marka otomobilin arka tahrik milindeki gibi) ve millerin aralarındaki boşluğun biraz açılıp kapanabilmesine olanak tanır. Istavroz tip, lastik kaplı bir bağlama öğesi olan Hooke kavramasıdır ve Mini'ler ile başka BLMC marka, önden çekişli otomobillerin iç



Resimde (üstte) görülen pimli kavrama, değişmez hız ve düşük yükler için kesikli çalışacak biçimde tasarlanmıştır. Bu tip kavrama, denetim sistemlerinde kullanılır. Sözgelimi, nükleer reaktörlerde girilemeyen bölümlerdeki uzaktan kumandalı vanalara bunlarla erişilir.

tahrik millerinde kullanılır.

Değişmez hızlı kavramalar: Ne var ki, özellikle önden çekişli arabalarda, esnek kavramalar ve normal kardan kavramaları, istenmeyen bir özellik gösterirler. Bir mil, değişmez hızla döndürülürken, öteki mil aynı doğrultuda olmazsa, ikinci mil, her dönüşte çevrimsel olarak değişen bir hızla döner. Böylece, kavramanın iki yanının,bir dönüşü aynı zamanda tamamlamasına karşılık, birinin hızı, ötekine oranla sinüs eğrisi biçiminde değişir.

Önden motorlu, arkadan çekişli bir otomobilin dişli kutusu ile diferansiyeli arasında kurulan bağlantılarda, açılar küçüktür ve söz konusu değişme büyük önem taşımaz. Ama, önden çekişli bir otomobilde kardan kavraması, 40° ve daha yüksek açılarda uyum göstermeye çalışırken, oldukça büyük sarsıntılar oluşur. Bu gibi durumlarda bir *değişmez hızlı* kavrama kullanmak gerekir.

Değişmez hız, şu koşulla sağlanabilir: Moment, bir yandan öteki yana iletilirken, iki mil arasındaki açının, açıortayından geçen bir düzlem içinde kalması gerekir. Gerçekte, istenmeyen hız düzensizliğini ortadan kaldırmanın yalın bir yolu daha vardır. Bunun için, iki Hooke kavraması, birbirlerinin titreşimlerini ortadan kaldıracak biçimde düzenlenir. Ama, çift Hooke kavraması düzeni boyca biraz uzun olduğundan, genellikle değişmez hız kavraması kullanılır. Bunların en iyi bilineni, Birfield-Rzeppa kavramasıdır. Birfield-Rzeppa kavramasında güç, bir topuz ile yuvası arasındaki oluklarda dönen, bir dizi bilyayla iletilir. Bilyaların bulunduğu düzlem, her zaman, giriş ve çıkış mili arasındaki açıyı ikiye ayırır. Böylece, değişmez hız elde edilir.

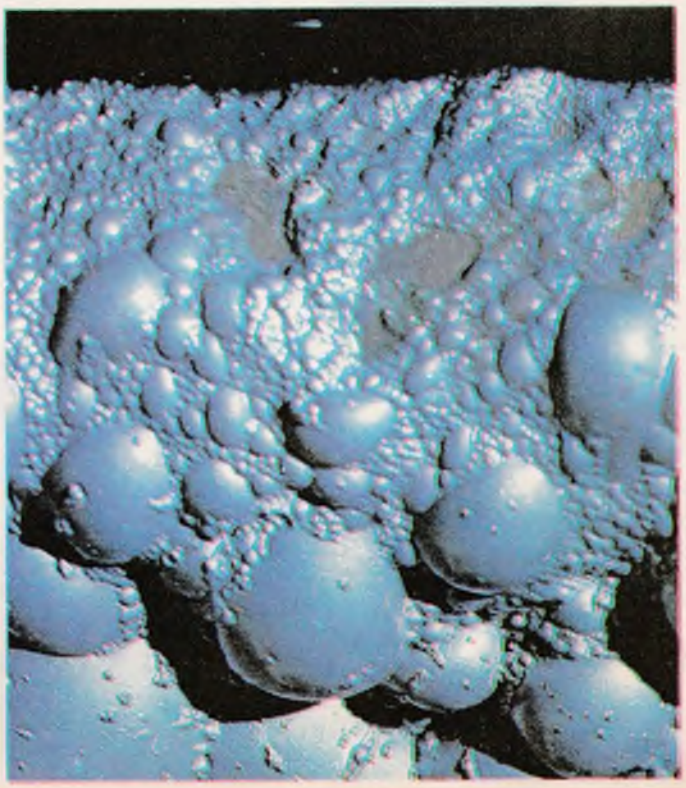
KARIŞIM

Karışım, kimyasal elementlerin ya da bileşiklerin fiziksel ve mekanik yöntemlerle ayrılabilen bir birleşimidir. Başka bir deyişle, karışımın bileşenleri, birbirleriyle kimyasal olarak bağlanmış değildir. Bir bileşenin moleküllerinin, öteki bileşen (genellikle bir sıvı) içinde tekdüze dağılmasıyla oluşan karışıma, «*çözelti*» adı verilir.

Hava, oksijen, azot, asal gazlar (tümü element) ve karbon dioksidin (bir bileşik) bir karışımıdır. Hava, karbon dioksidin dondurulması, ardından da öteki gazların sıvılaştırılıp damıtılması (Bk. DAMITMA) yoluyla, bileşenlerine ayrılabilir. Deniz suyu, başlıcası sodyum klorür olan çeşitli tuzların sudaki çözeltisidir. Sodyum klorür, bazı TUZ GİDERME işlemlerinde olduğu gibi, suyun damıtılması yoluyla bileşenlerine ayrılabilir. Geriye kalan tuzlar da, bazı tuzların ötekilerden daha önce billurlaşması özelliğine dayanan, *ayrımsal billurlaştırma* yöntemiyle, birbirlerinden ayrılır. ALAŞIM'lar, bir ya da daha çok sayıda metalin, başka bir metal içinde çözünmesi (bazı sınırlamalarla) sonucu oluşan, katı çözelti örnekleridir.

Karışımların ayrılması: Karışımları bileşenlerine ayırma yöntemleri, endüstrinin aşağı yukarı bütün dallarında önemlidir. Topraktan kazılarak çıkarılan maden filizlerinin içindeki metalin elde edilmesinden önce, derişmesi için işlenmesi ya da başka bir deyişle, *zenginleştirilmesi* gerekir. Filizlerin zenginleştirilmesi, değerli filiz ile yararsız maddeler (*gang*) arasındaki fiziksel özellik farklarından yararlanılarak ya-

Kurşun sülfür filizinin (galen), çinko sülfür filizinden (sfalerit) ayrılmasında, yüzdürme yönteminin kullanılması. (altta)



pılır. Başlıca yöntemler, ağırlıkla ayırma, yüzdürme, magnetik ve elektrostatik zenginleştirmedir. Bazen renk ve parlaklıktaki farklarından da yararlanılır. Bu yöntem, özellikle, zengin filiz parçalarının yürüyen taşıma bantlarından elle toplanmasında elverişlidir.

Ağırlıkla ayırma, filizdeki çeşitli bileşenler arasında bulunan yoğunluk farklarına dayanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntemin iyi bir örneği, altının *tavalanma*sıdır. Burada, öğütülmüş filiz, su içeren sığ bir tavada karıştırılır ve filizin öteki bileşenlerinden daha yoğun olan altın parçacıkları, sonunda tavanın dibinde toplanır. Başka bir ağırlıkla ayırma yöntemi de, yataydan birkaç derece eğimli, üstüne eğime dik yönde boydan boya sığ oluklar açılmış, masa benzeri bir yüzey kullanılarak uygulanır. Masa, bir düzenekle, oluklara paralel yönde titreştirilir ve öğütülmüş filiz, suyla birlikte üst köşeden gönderilir. Filizin ağır bileşenlerinin öteki köşeye gitmesine karşılık, hafif bileşenler, alçak olan kenardan suyla akıp giderler.

Magnetik yöntemler, genellikle demir içeren filizlerin ayrılmasında kullanılır. Bir tür magnetik yöntemde, birbiri üstüne, bir magnetik alana dik açı yapacak biçimde yerleştirilmiş iki taşıyıcı bant vardır. Öğütülmüş filiz, alttaki bant üstünde ilerlerken, demir içeren filiz tanecikleri, filiz magnetik alandan geçerken üstteki banda çekilir. Filizin magnetik olmayan bileşenleri alt bantta kalır. Elektrostatik ayırma, metal kapsamayan bazı filizlerin zenginleştirilmesinde kullanılır. Bu yöntem, ilke olarak magnetik ayırmayla aynıdır; ama magnetik alan yerine, elektrostatik alan kullanılır.

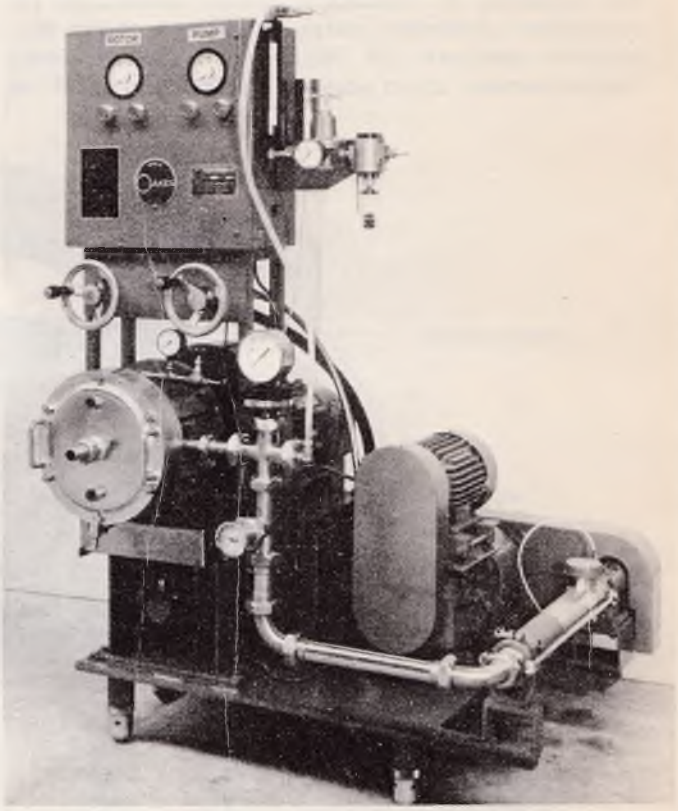
Yüzdürmeyle ayırma, filizdeki çeşitli bileşenlerin, farklı yüzey özellikleri taşımasına dayanır. Suyla karıştırıldığında bazı filizler, ötekilere oranla daha kolay ıslanırlar. Bir filizin ıslanmaya karşı koyan tanecikleri, hava kabarcıklarına tutunarak karışımın yüzeyine çıktıklarından, köpük halinde toplanıp alınabilirler. Talk gibi bazı mineraller, doğal olarak ıslanmazdır. Ama genellikle, yüzdürme yoluyla ayırmanın gerçekleştirilmesi için, yüzdürme banyosuna filize ıslanmazlık özelliği veren kimyasal maddelerin katılması gerekir. Yüzdürme banyosuna köpük yapıcı kimyasal bir madde katılarak, köpüklenme artırılır.

Kimyasal madde, ilaç ve besin endüstrilerinin çoğunda, damıtma (Bk. PETROL RAFİNERİSİ), süzme ve çözücüyle özütleme gibi ayırma teknikleri geniş ölçüde kullanılır.

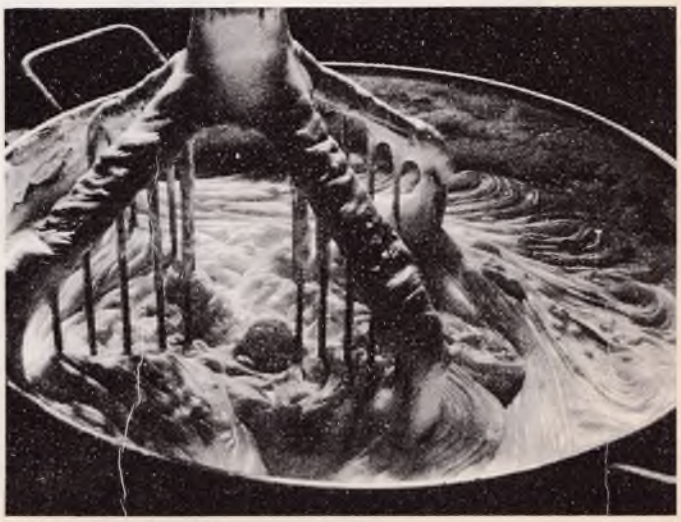
KARIŞTIRICI

Yiyecek karıştırma işlemlerini, karıştırma, dövme, çırpma, yoğurma, parçalama ve karma diye sıralayabiliriz. Bu işlemlerin tümü, elektrikli yiyecek karıştırıcılarıyla (mikser) yapılabilir.

Büyük karıştırıcılar: Büyük ev tipi karıştırıcılar ya *yörünge hareket*li ya da *döner kap* tipinde olabilir. Her iki türde de, karıştırıcı için uygun hız-moment niteliğini sağlayacak biçimde tasarlanmış, *seri bağlı* ELEKTRİK MOTORU kullanılır. Bu tür motorda, değişmez indirgeme dişli oranı kullanılır ve karıştırıcının hızı, motor miline bağlı bir merkezkaç regülatörle denetlenir. Merkezkaç kuvvet etkisiyle, merkezkaç regülatör ağırlıkları dışarı doğru açılır. Regülatör sürgüsü kayar ve hız öngörülen değeri aştığında, elektrik temasını kesen bir çift yaylı düğmeyi



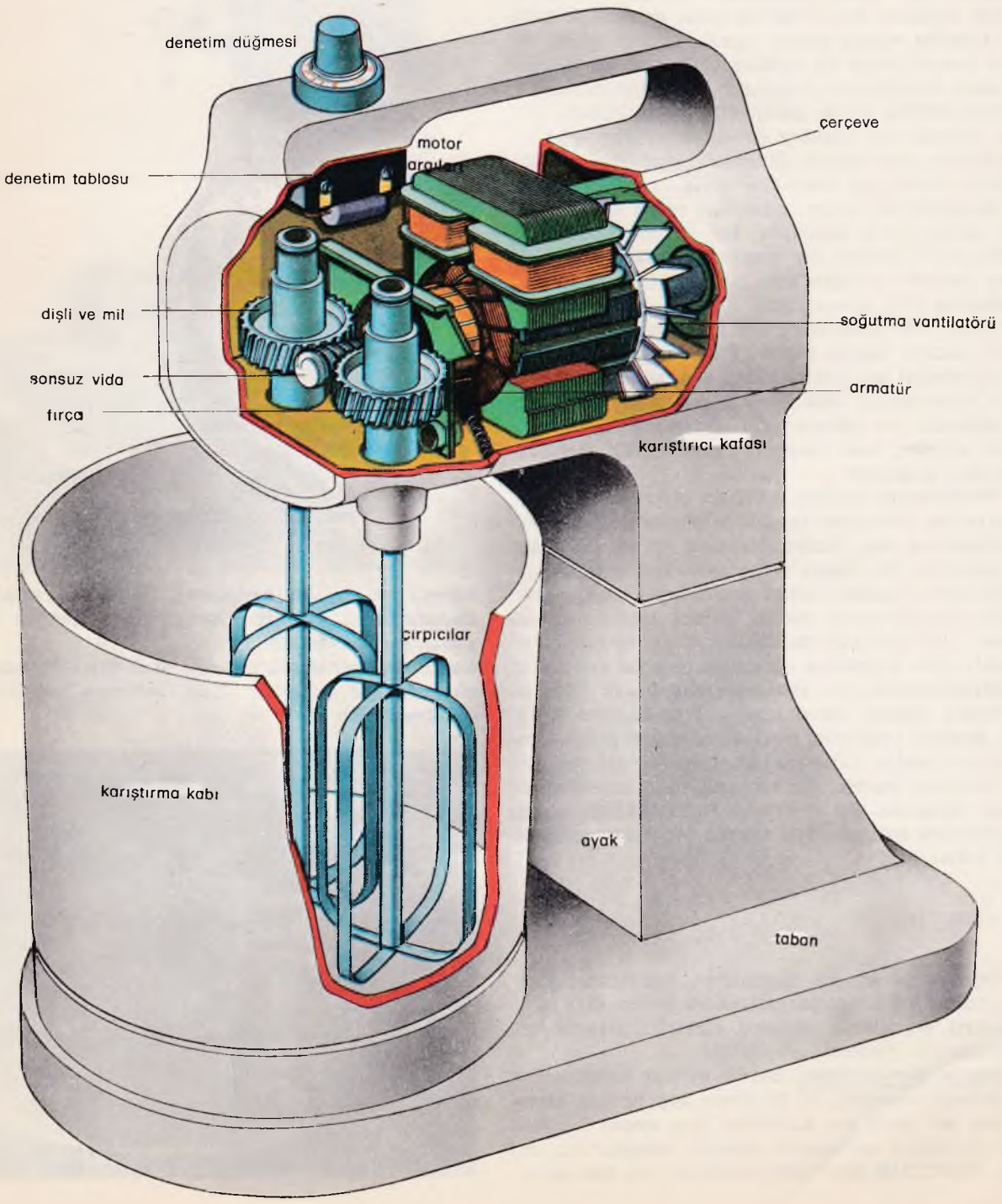
Sürekli çalışan bir karıştırma makinası. (üstte) Karıştırılacak malzeme, karıştırma bölümüne bir pompayla basılmaktadır.
Karıştırma makinaları, besin endüstrisi dışındaki alanlarda da kullanılır. Altta, sabunun karıştırılması görülmektedir.



açar. Bu düğmeler, ya motora ya da motorun elektrik girişini denetleyen bir YARIİLETKEN aygıta bağlanır. Düğmelerin yarıiletkene bağlı olduğu düzenlemede, düğmelerden geçen akımın çok küçük, dolayısıyle düğmelerin ömrünün çok uzun olması sağlanabilir. Düğmelerin regülatör üstünde ileri geri sürülmesiyle, elle kumanda da yapılabilir. Şebeke akımındaki süreksizlikler yüzünden ortaya çıkabilecek radyo girişimlerini azaltmak için düğme uçları arası ile şebeke bağlantılarının uçları arasına KONDANSATÖR' ler

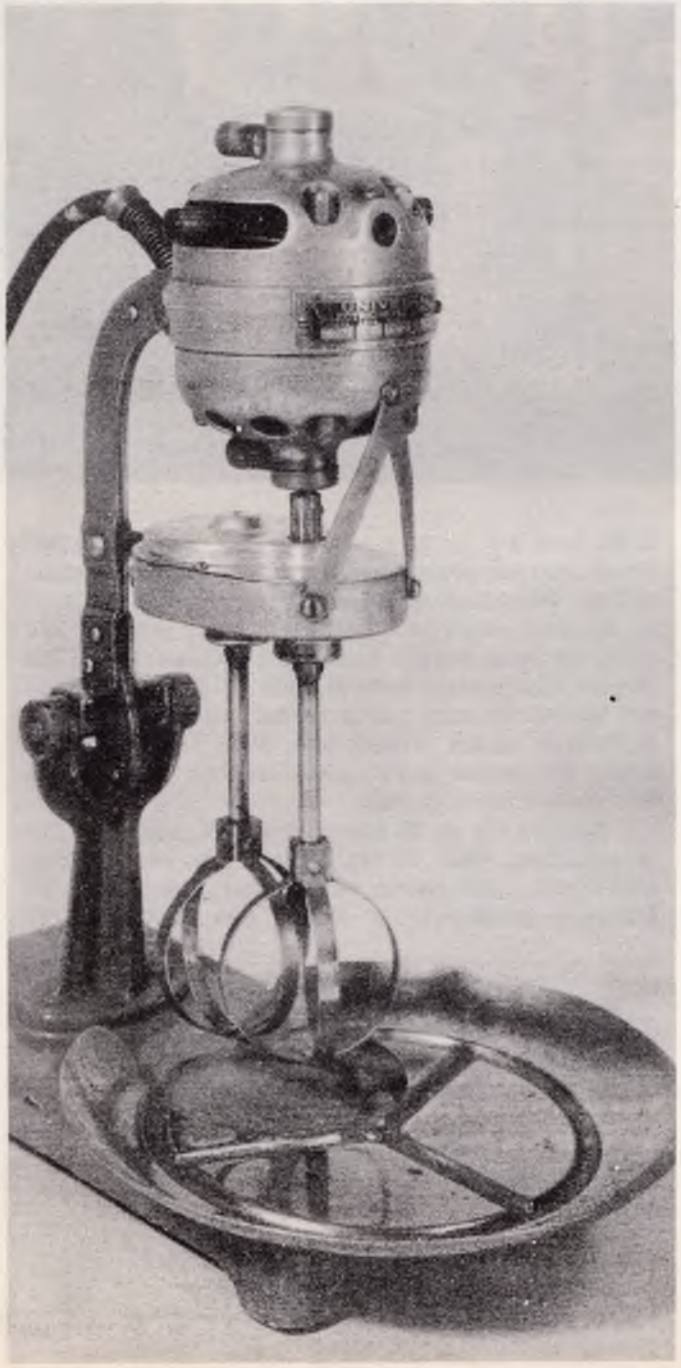
Ev tipi bu küçük karıştırıcının (altta solda), bir sonsuz vidayla ters yönlerde döndürülen iki dişli çarka bağlı bir çift çırpıcısı vardır. Sonsuz vida, doğrudan motor miline bağlıdır. Motor hızı, farklı alan sargılarını şebekeye bağlayan bir düğmeyle değiştirilebilir. Motorun arkasındaki mile takılı bir vantilatör, çalışma sırasında alan sargılarını soğutur.

İlk karıştırıcılardan biri olan «Universal Electric Mixer Beater». (altta sağda)



bağlanır.

Güç, motordan, hız indirgemesi sağlamak ve kaymayı önlemek için, bir dişli mekanizmasıyla bir hız kutusuna verilir. Motor, genellikle, makinanın bir yanındaki çıkıntıda bulunur. Böylece, istenirse, motordan başka bir donanıma da mekanik bağlantı yapılabilir. Hız kutusu, motor hızını karıştırıcının çeşitli işlemlerine uygun hızlara düşürebilmek için, bir dizi *düz alın* dişli çarktan oluşur. Hız kutusunun da, başka donanımlara güç alabilme amacıyla birçok bağlantı çıkışı vardır. Düşey ana milden, bir çift *koni biçimli dişli*yle yatay bir mile geçilir. Yörünge hareketli türden karıştırıcılarda bu mil, dövücülerin, çırpıcıların ya da yoğurucuların takıldığı bir göbek dişliyi çevirir. Söz konusu karıştırıcı takımların takıldığı soket, bir *planet dişli*ye, o da, dişli kutusunun düşük hızlı yanındaki hareketsiz bir *çember dişli*ye bağlıdır. Göbek dişlinin dönmesiyle planet dişli, hem kendi çevresinde, hem de (dişleri hareketsiz çember dişliye takılı olduğu için) göbek dişli çevresinde dönmeye, yani kabın içinde bir yörünge çizmeye başlar. Karıştırıcı takımın her noktası bir *episikloit* hareketi yapar ve karışımın bütün noktaları karıştırılmış olur. Döner kaplı makinalarda, karıştırıcı takım değişmez bir eksen çevresinde dönerken, kap kendi çevresinde döner.

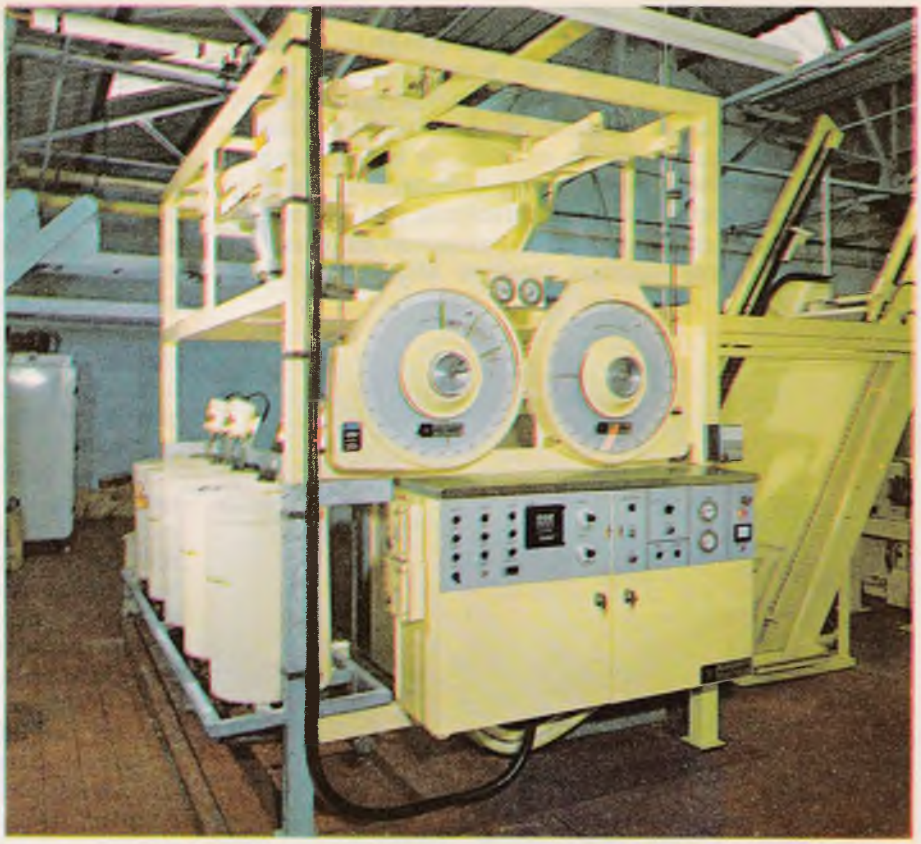


Endüstri tipi karıştırıcılar, daha çok, karıştırma, dövme ve yoğurma amacıyla kullanılır. Bu tür karıştırıcılar, bir ya da birden çok takımın takılabildiği bir kafa içindeki bir planet mekanizmasını, hızı değiştirilebilen bir dişli kutusuyla çalıştıran bir *indüksiyon motoru*ndan oluşur. Karıştırıcı takımlar, hem kendi eksenleri, hem de kabın merkezi çevresindeki bir çember üstünde dönerler. Çok büyük karıştırıcılarda ise, episikloit hareket yetersiz kalır. Bu yüzden çırpıcılar, değişmez bir eksen çevresinde dönerken, kap da ayrı bir tahrikle kendi hareketini yapar.

Küçük karıştırıcılar: Küçük, ev tipi karıştırıcılar ilke olarak biraz farklıdır. Bunlar, dövme ve çırpma işlemleri için tasarlanmışlar ve kolayca kullanılabilmeleri amacıyla hafif ve taşınabilir yapılmışlardır. En önemli parçaları, dönerken birbirine girecek biçimde yakın yerleştirilmiş çırpıcılardır. Çırpıcılar, bir *sonsuz vida*nın iki yanında bulunan *helisel dişli*lerle ters yönlerde döner. Sonsuz vida, doğrudan motor miline bağlıdır. Ters yönlerde dönme, malzemeyi çırpıcıların arasına doğru çekerek, işlemin iyi bir biçimde yapılmasını sağlar. Sehpalı karıştırıcılarda, malzemenin her bölümünün karıştırılması, düşük sürtünmeli bir yatak üstüne yerleştirilmiş kabın dönmesiyle sağlanır. Çırpıcılar kabın bir kenarında yeralır ve kap, içindeki malzemenin sürüklemesiyle otomatik olarak döner.

Bu karıştırıcılara, istenildiği zaman doğru akımla ya da tek fazlı alternatif gerilimle çalışabilen *üniversal* motorlar takılır. Bu tür motorlarda rotor hızı, magnetik alanla ters orantılıdır. Böylece, alan sargılarının sayısı değiştirilerek karıştırıcının hızı ayarlanabilir. Genellikle sargılar üst üste sarılır ve üç kademeli bir düğmeyle istenen hız seçilir. Hızı değiştirmenin bir başka yolu da TİRİSTÖR kullanmaktır. Bu yöntem kademesiz, sürekli bir hız ayarını, çıkış momentinden bağımsız olarak sağlar.

Blenderler: Bir başka ev tipi karıştırıcı da, blender ya da hızlı çırpıcıdır. Bu makinalar, karıştırma ve parçalama işlemlerini birleştirerek, katıları bir asıltı haline sokarlar. Blenderler, iki ana bölümden oluşur: Çanak; motor. Çanağın dibinde, tabandaki sızdırmaz yataktan geçen bir mil üstüne takılmış küçük keskin bıçaklar vardır. Mil, motora, plastik ya da lastik bir kavramayla bağlanır. Motor, lastik takozlarla bir kutu içine yerleştirilmiş, seri sargılı bir üniversal elekt-



Bisküvi hamuru karıştırmak için yapılmış bir endüstri tipi karıştırma makinası. (üstte) Kazanın hacmi 850 kg'dır ve karıştırma işlemi otomatik olarak denetlenir. Bileşenlerin otomatik olarak tartılarak kazana verildiği bir endüstri tipi karıştırma makinası. (sağda) Denetim panosu üstünde, iki büyük kantar göstergesi görülmektedir.

rik motorudur. Blenderler genellikle 12 000 dev/dak gibi yüksek hızlarda çalışır ve hızla dönen bıçaklar, katı tanecikleri bıçaklara doğru çeken bir girdap hareketi oluşturur. Çanak iç çeperlerindeki düşey çıkıntılar, girdap oluşumunu denetler ve taneciklerin düşey dolaşımına yardımcı olur. Blenderlerde seri sargılı motor kullanılır, çünkü bu motorlar, yüksek hızlarda verimli çalışırlar. Blenderlerde genellikle, hız kademeleri yoktur, ama yeni modeller, el karıştırıcılarındakine benzer, tiristör ayarlı bir sistemle donatılmışlardır.

KARİYON

Kariyon, MÜZİK DİZİLERİ'nin notalarına göre akortlanmış bir dizi çandan oluşan, bir müzik aletidir. Kariyonda, iki ya da daha çok armonik partili parçalar çalınabilir.

«Kariyon» sözcüğünün kökeni, Ortaçağ'a, latincedeki *quadrillio* ya da *quatrinio* sözcüklerine dayanmaktadır. Kariyon, XV. yüzyılda, Hollanda, Belçika ve Kuzey Fransa'daki saat kulelerine bağlanan dörtlü çan dizilerine uygulandı. XVI. yüzyılın sonlarına doğru, yeni müzikal uygulama alanları aranırken, kariyonun çan sayısı artırıldı, ama adı değiştirilmedi. Böylece kariyon, en az iki kromatik oktavı, yani 25 çanı kapsayan bir çan dizisi haline geldi.

Kariyondaki çanların sayısı, en az 25'ten en çok 72'ye, yani 5,5 oktava kadar değişir. Kariyonun değerini, çan sayısından çok, en büyük çanın boyutları belirler. Sözgelimi, en büyüğü 6 tonluk olan 40 çanlı bir kariyon, en büyüğü 3 tonluk olan 54 çanlı bir kariyondan daha değerli kabul edilir. Çanlar, çelik bir çerçeve içine sıralar halinde asılır. Çoğunlukla birkaç ton ağırlığında olan büyük çanlar, alt sırada yeralır. Kariyonun iyi ses vermesi için, sesin serbestçe dolaşımını sağlayacak geniş açıklıkları olan yüksek kulelere yerleştirilmesi gerekir.

Kariyon elle ya da otomatik olarak çalınabilir. Elle çalınması, tıpkı bir org konsolu gibi düzenlenmiş, ama fildişi tuşlar yerine, tahta kolların bulunduğu bir klavyeyle gerçekleştirilir. Kollar, çan içindeki dillere,

---

Bu modern kariyon (resim 1), 1966 yılında Gouda'daki (Hollanda) belediye binasına yerleştirilmiştir. Otomatik çanlarda olduğu gibi, bunda da hareketli figürler bulunmaktadır.

Fotoğraftaki (resim 2) kariyon, 1972 Münih Olimpiyat oyunları için, Olimpiyat köyüne yerleştirilmiştir.

54 çanlı bir kariyonun yapım yerinde denenmesi. (resim 3) Anahtar ve pedallar kaldıraç biçimindedir ve basıldıklarında, düşey iletim çubuklarını harekete geçirirler.

1

2

3

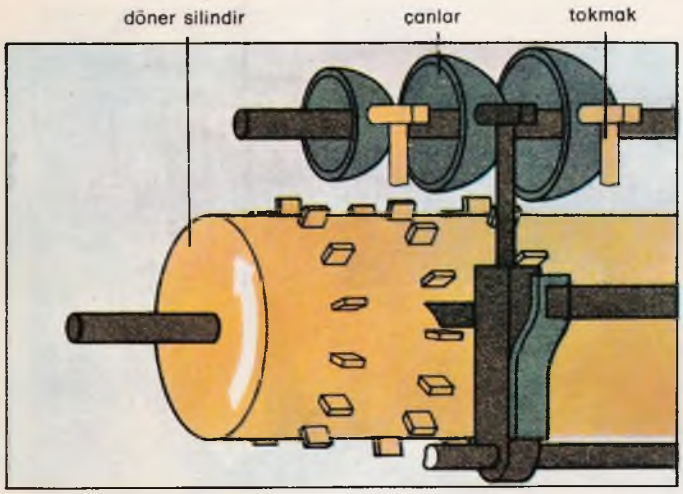
çelik teller ve topuzlar üstünde hareket eden iletim çubuklarıyla, mekanik olarak bağlıdır. Klavyenin daha aşağıdaki (kalın) iki oktavında kollar, ayak pedallarına bağlanmıştır. Pedalların düzeni tıpkı orgtaki gibidir. Böylece çalgıcı (kariyonör), kollar aracılığıyla hafif çanlarda güç parçaları çalarken, pedallarla da bas eşliği sağlayabilir. Kariyonörün çanlardan yankıyı hızla alabilmesi için, klavye, çanlara olabildiğince yakın yerleştirilmelidir. Çanların içine vuran ve

---

Virginia'daki (A.B.D.) Arlington Ulusal mezarlığı yakınındaki bu kariyon, Amerikalılara Hollanda'nın bir armağanıdır. (solda üstte)

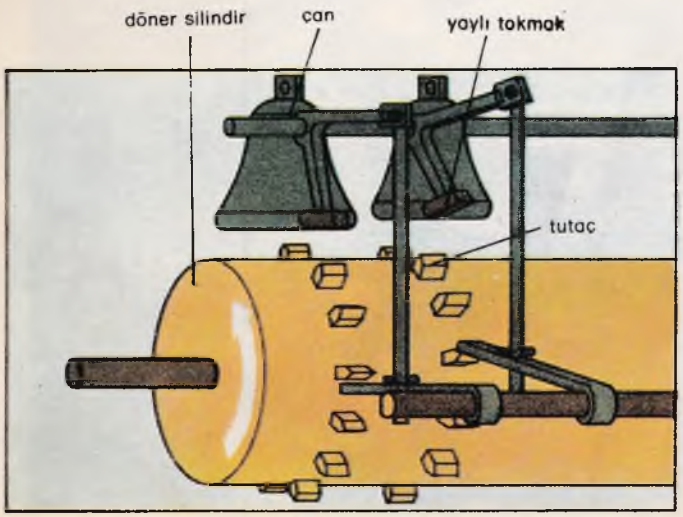
Çanlı kariyon mekanizması. (solda ortada) Çanlar çerçeveye sıkıca tutturulmuştur. Her çan, kariyonun elle ya da otomatik çalınışına göre değişik bir tokmak dizisiyle çalınmaktadır.

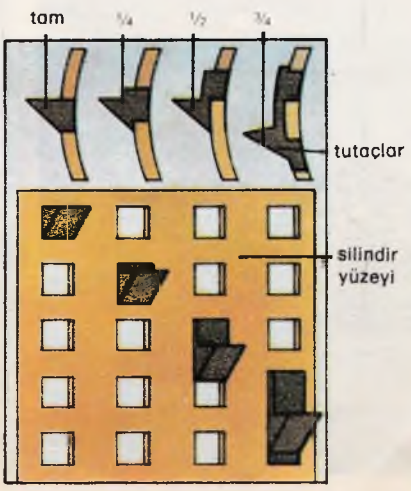
Saatli kariyon mekanizması. (solda altta) Yaylı tokmaklarla donatılmıştır. Yaylı bölüm tutaçlarla silindirden uzaklaştırılarak, tokmağın vurması sağlanır.

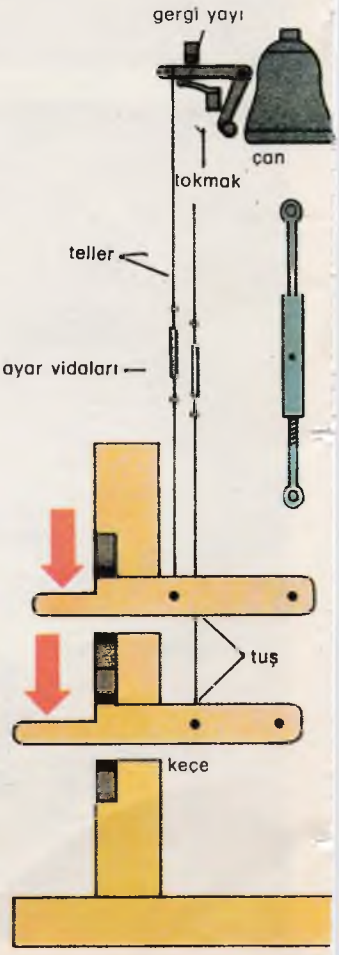


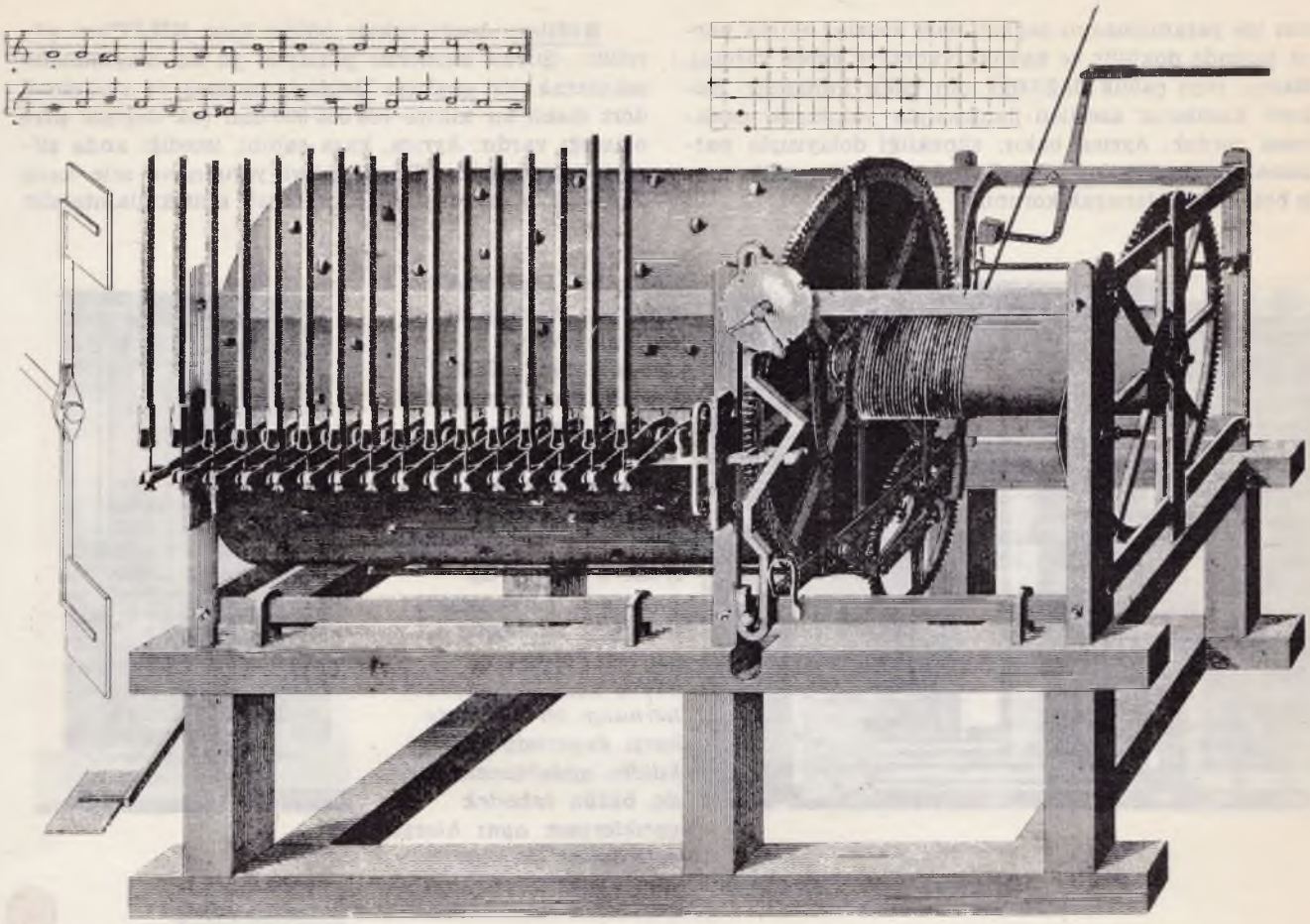
Elle çalınırken kullanılan klavyenin kesiti. (sağda) Her çan için ayrı bir kol bulunmaktadır.

Kariyon silindiri yüzeyinin ayrıntısı. (altta) Kare deliklere 4 tür akort tutacının biri takılarak, her nota boşluğu dörde bölünmekte, böylece hızlı geçiş sağlanmaktadır.









Bir saatin parçası olan eski bir otomatik kariyon. (üstte) Silindir biçimli bölüme sarılı ipe bir makarayla tutturulmuş ağırlıkla çalıştırılır. Soldaki döner paletler üstündeki hava direnci, hızı ayarlarken, kastanyolalar da, saatle uyum içinde çalışması için, uygun an gelene kadar hareketi engellemektedirler. Resmin üstünde görülen notalar, resmin sağındaki düzenleme haline getirilmiştir.

klavyeye bağlı olan diller, 5 cm'lik hareketler yaparlar. Kariyonör bu hareketi, bütünüyle kendi «beğenisine» göre ayarlayabilir. Kariyonun otomatik olarak çalıştırılması sanatsal yanı ortadan kaldırırsa da, kariyonörün bulunmadığı zaman da aletin çalınabilmesini sağladığından yararlıdır. Modern otomatik çalma mekanizmalarında delikli müzik plakaları kullanılmaktadır. Bunlarda, çan dillerinin harekete geçirilmesi bir elektrikli bağlantı sistemiyle gerçekleştirilir. Bazılarında gerekli elektrik gücü, piyano tipi bir klavyenin tuşları aracılığıyla sağlanmakta, böylece kariyonun çalınmasında yeni bir yöntem ortaya çıkmaktadır.

KARPİT LAMBASI Bk. ASETİLEN LAMBASI

KARŞI MADDE Bk. ATOM VE MEKANİZMASI; TANECİK FİZİĞİ; VAKUM

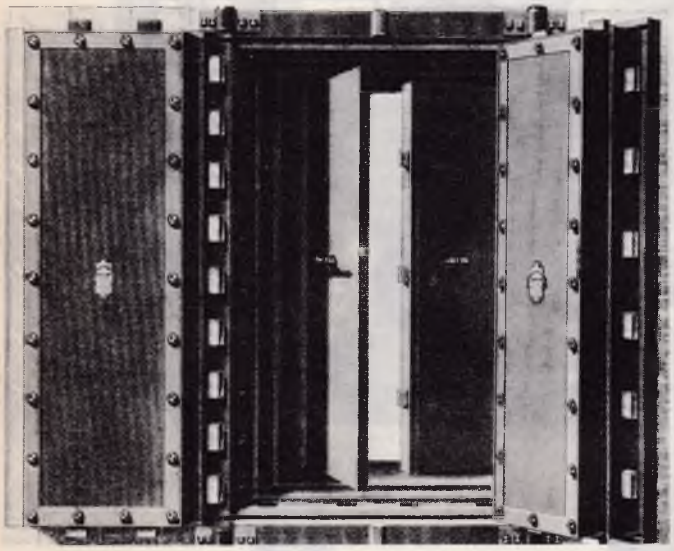
KASA

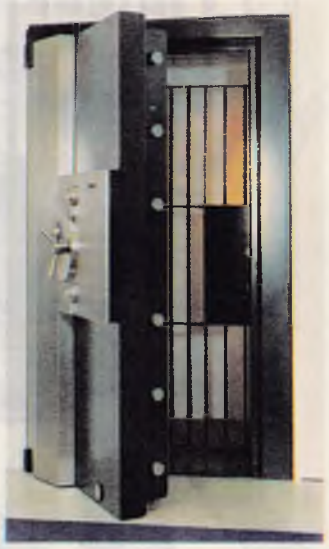
Kasalar, para ve değerli eşyaların, hem hırsızlardan, hem de yangın, sel gibi doğal felaketlerden korunması amacıyla yapılır. 1871 Chicago yangınında, yanan binaların üst katlarından düşen bazı kasalar zarar görmemişti. Bununla birlikte, kasa aşırı sıcakta kaldıysa, kasanın zarar görmemesi, her zaman içindekilerin de zarar görmemesi anlamına gelmez.

Yapısı: Eskiden kasalar sertleştirilmiş çelikten (Bk. ISIL İŞLEM) yapılmaktaydı; ama çok geçmeden, bu kasaları delebilen elmas uçlu matkaplar geliştirildi. Günümüzde kasalarda, matkapla delinemeyen alaşımlı çelik kullanılmaktadır. Ayrıca, çelik daha erimiş haldeyken, içine sertleştirilmiş parçacıklar katılır. Böylece, bir plaka delinmeye çalışılırken ortaya çıkan gerilmeler, matkap ucunu parçalar ya da köreltir. Çelik plakalar üç tabaka halinde yapılır: İki tabaka sert alaşımlı çelik arasına bir tabaka sert, ateşe dayanıklı kompozit malzeme yerleştirilir ve kenarlar birbirine kaynatılır. Bu düzenleme, oksijenle kesme aygıtları-

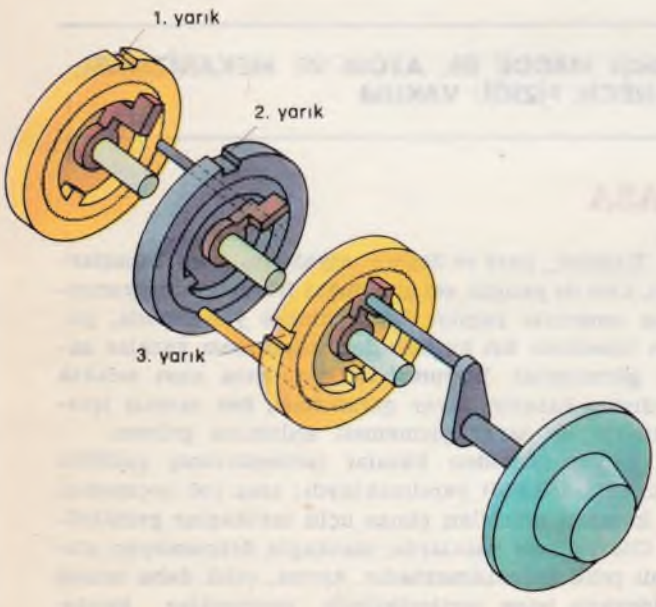
nın işe yaramamasını sağlar. Bazı kasalar da, tek parça halinde dökülür ve kaynak yapmaya gerek kalmaz. Bazen, ısıyı çabuk dağıttığı için bakır kullanılır. Bakırlı kasaların asetilen lambasıyla yakılarak delinmesi zordur. Ayrıca bakır, sünekliği dolayısıyla patlamalara da dayanıklıdır. Bazı kasalar ise, çelik kaplı betonla kaplanarak korunur.

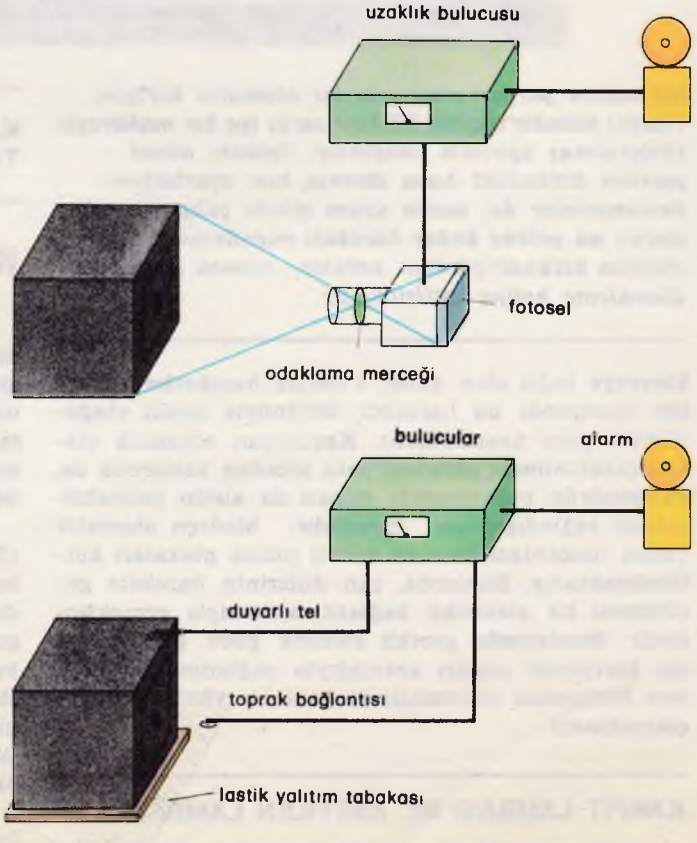
Kilitler: Aşağı yukarı bütün kasa KİLİT'leri şifrelidir. Şifreli kilitlerde patlayıcı ya da maymuncuk sokulacak bir anahtar deliği bulunmaz ve sözgelimi, dört diskli bir kilitte 100 000 000'dan çok değişik şifre olasılığı vardır. Ayrıca, kasa sahibi, istediği anda şifreyi değiştirebilir. Temel işlevi yangın ve sele karşı korumak olan kasalarda, anahtarlı kilit kullanılabilir.





Zırhlı bir kapı. (solda) Yangına, hırsıza ve patlamalara dayanıklıdır. 1895'te Carl Kästner tarafından Leipzig bankası için yapılmıştır. Banka şubelerinde kullanılan türden bir kasa odası kapısı. (sağda) Modern kasalarda hırsızlara karşı çeşitli önlemler alınmıştır. (altta) Fotosel ve başka aygıtlar, odadaki herhangi bir harekete karşı duyarlıdır. Şifreli kilidin açılabilmesi için de, bütün tekerlek yarıklarının aynı hizaya getirilmesi gerekir.





Ama, deliğin, içeri su sızmasını önleyen bir plakayla kapanması gerekir.

Kasa kapısı kilitlendiğinde, kenarlarının olabildiğince sıkı oturması önemlidir. Bu nedenle, kapı kenarına birçok sürgü yerleştirilir. Eskiden bu sürgüleri kilit harekete geçirirdi; dolayısıyle de, kilit ne kadar sağlamsa, sürgüler de o kadar sağlam olurdu. Bu tür kasalar, kilidin dış bölümü kırılıp mil ortaya çıkarılarak açılabilirdi. Modern kasa kilitlerinde, ısıyla ya da bazı aletlerle açılmak istenen kilit ile sürgüler arasındaki bağlantıyı kesen bir düzenek vardır.

Eski filmlerde sık sık raslanılan bir başka soygun yöntemi de, bir yandan şifreli kilidi çevirirken, öte yandan bir stetoskopla dinlemektir. Kilit çalışırken, parçaları arasından çıkan ses dikkatle dinlenerek ve mil çekilerek, her şifre tekerleğindeki yarığın yeri ve milin çıkıntısı anlaşılabiliyordu. Modern hassas üretim tekniği, böyle bir hırsızlığa izin vermemektedir.

Kilit mekanizmaları, matkaba dirençli ek çelik tabakalarıyla, şifreyi bilmeyen birinin zorlamalarına yanıt vermeyen kilitli şifrelerle ve çevrilen şifreyi görmeyi zorlaştıran kalkanlarla korunur.

A.B.D'nde, İkinci Dünya savaşı öncesi görülen bir dizi banka soygunu sonucu, zaman ayarlı kilitler kullanılmaya başlandı. Bu kilitler, ancak belli saatlerde açılabildiğinden, banka çalışanlarını kaçırma ya da işkence etme gibi tehlikeleri ortadan kaldırmaktaydı. Şifreli kilitlere, şifre iş saatlerinden sonra çevrilirse polise alarm veren bir sistem de yerleştirilebilir. Bazı ALARM SİSTEMLERİ'nde de, kasa odasına iş saatlerinden sonra giren olursa alarmı çalıştıran bir RADAR ile duvarı yıkmak isteyen olursa alarmı çalıştıran, duvar içine yerleştirilmiş teller bulunur.

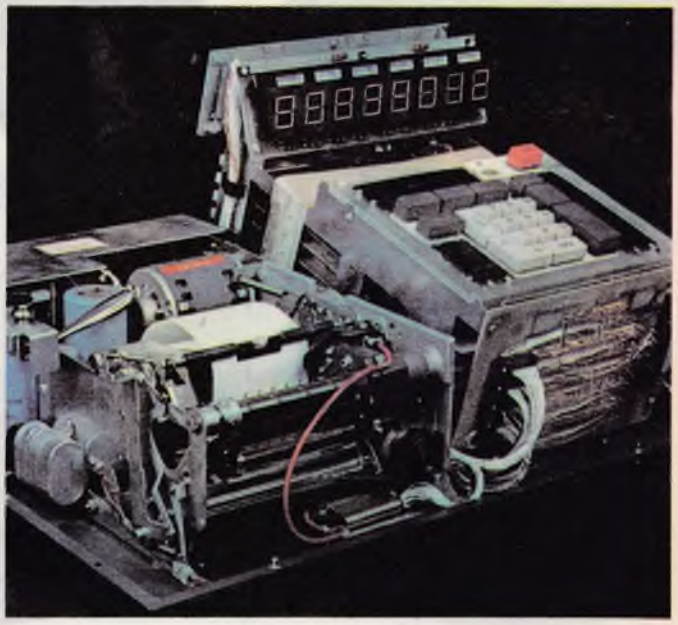
Kasa odaları: Kasa odaları, genellikle yeraltında bulunan ve kasalarla aynı yöntemlerle korunan odalardır. Hiroşima'daki bazı kasa odaları, 1945 yılındaki atom bombası patlamasından, patlama noktasının yalnızca 274 m uzağında olmalarına karşın zarar görmemişlerdi.

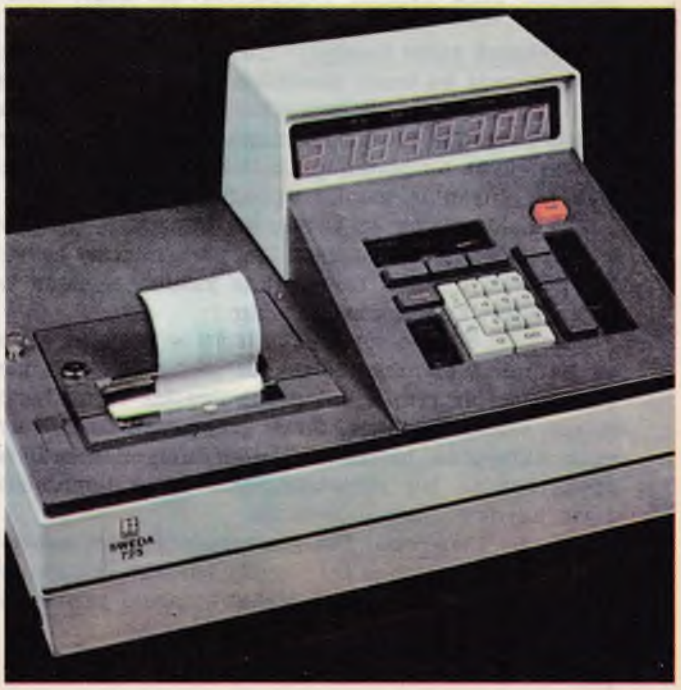
Kasa odalarını mimar ve mühendisler birlikte düzenlerler. Tavan, döşeme ve duvarlar, genellikle betondan yapılır. Bazen beton, yüksek karbon çeliği, bakır ve matkaba dirençli sertleştirilmiş çelikten yapılmış çubuk ve ızgaralarla pekiştirilir.

Kasa odalarının kapıları, iki daireyi birbirine oturtmak, iki dikdörtgeni oturtmaktan daha kolay olduğu için, çoğunlukla daire biçiminde yapılır. Kapı kenarı, kapı çerçevesindeki içbükey yüzeye uyar. Kapılar, genellikle 9 cm kalınlığındadır (Hiroşima'daki kapılar 15 cm kalınlığındaydı). 1 metre kalınlığında kapılar da vardır. A.B.D'nde, dağ kenarlarındaki kayalara, mikrofilm kayıtları, sanat yapıtları ve benzeri eşyaların depolanması için, kasa odaları kazılmıştır. Bu odaların ısı ve nemi denetim altında tutulur. Ayrıca odalarda, sığınaklarda olduğu gibi, yiyecek ve su stokları da bulunabilir. Bazı kasa odalarında, birinin içerde kilitli kalması tehlikesine karşı, kapıyı içerden açma sistemleri vardır.

KASA, YAZAR

Yazar kasa, 1879 yılında, bir gemi pervanesi dönüş sayıcısından esinlenen Amerikalı James Ritty tarafından bulundu. Bu yazar kasanın, saate benzeyen bir göstergesi ile dolar ve sentleri gösteren ibreleri vardı. Toplamalar, gövde içindeki toplama tekerlekleriyle yapılıyordu. Ritty kasasına, hırsızlığı da önleyecek bir biçim verilmişti.





Sweda 7000 serisinden modern bir yazar kasa modelinin iki görüntüsü. (altta ve üstte) Bu aygıt, bir yazar kasa olmaktan çok, satış kayıtlarını ve başka bilgileri merkez bilgisayara ileterek, oradan gerekli kredi, indirim gibi bilgileri alan bir bilgisayar terminalidir.

1

2

3

4

5

6

Üstte, 1879'dan günümüze kadar gerçekleştirilmiş bir dizi yazar kasa görülmektedir.
1) James Ritty'nin göstergeli makinası. «Yelkovan» sentleri, «akrep» de dolarları göstermektedir. Yelkovanın bir dönüşü, akrebin bir hane kaymasına yolaçar.
2) Ritty'nin kağıt rulolu makinası. Bu aygıtta kayıtlar bir kağıt rulosuna delikler delinerek yapılır. Rulo ve kayıt mekanizması, makinanın içindedir.
3) 1900'lerin NCR «pirinç kaplı» yazar kasası, daha sonraki birçok tasarımın temelini oluşturur.
4) 1930'larda kullanılmış bir makina olan NCR Class 6 000, ilk elektronik yazar kasalardan biridir.
5) 1950'lerin daha derli toplu bir modeli: NCR Class 21.
6) NCR Class 3 Changemaster, alınan paranın üstünü otomatik olarak hesaplayan yeni bir modeldir.

Ritty kasası, ticari değer kazanamadı. Ama Ritty, patent hakkını 1 000 dolara satmadan önce, Ritty Mark IV modelini gerçekleştirdi. Bu modelin üst bölümünde, günümüzde de raslanılan hareketli şekiller ve toplamların delik halinde kaydedildiği bir kağıt rulosu vardı.

Mekanik yazar kasalar: Günümüzde de yazar kasa yapımında bu temel ilkelerden yararlanılır. Ama en yalın, «tuşlu» mekanik yazar kasalar bile, 2 500 kadar hassas parçadan oluşan karmaşık aygıtlardır. Bu parçaların büyük bir bölümünü kollar, çubuklar, dişli segmanlar, pinyonlar, kamlar ve bağlantılar oluşturur.

Temelde bir tuşun basılıp bırakılmasıyla şu işlevler gerçekleşir: Kayda geçirilen para miktarı belirtilir; bu miktar kağıt rulo üstüne yazılır; toplama işlemi yapılır; kasa çekmecesi açılır.

Tuşlar: Klavye, birlerin, onların ve yüzlerin, gruplar halinde toplandığı, 26 tuştan oluşur. Bir kilit mekanizması, bir grup içinden yalnızca bir tuşun basılmasını sağlar. İstenirse, farklı gruplardan tuşlara aynı zamanda da basılabilir. İşlem tamamlanmadıysa, yanlış basılan tuş silinebilir; ama işlem tamamlandıysa, kayda geçmesi önlenemez.

Hesap göstergesi: Üst göstergede yazılan miktarlar, dönen bir tambur aracılığıyla, kasanın müşterilere dönük yanında da görülür. Mekanizma, iki yarım çevrim biçiminde çalışır. Bir tuşa basıldığında, göstergede yazılı miktar sıfırlanır. Tuş bırakılırken, yeni yazılmış miktar göstergede belirir. İlk yarım çevrimde, tuş koluyla harekete geçen tambur pinyonları ile dişli segmanlar boşalır ve yaylı bir mekanizma tamburu sıfırlar. İkinci yarım çevrimde, segmanlar birbirine kilitlenerek, tamburu, amaçlanan sayı konumuna çevirir. Tamburlar, bir gösterge hizalayıcısıyla kilitlenir.

Kayıt sayıcısı ve rulo yazıcısı: Sayıcı çarkları ve rulo yazıcısı, tuş kamlarıyla çalışır. Sayılar, mekanik HESAP MAKİNALARI'nda olduğu gibi, bir sonraki büyük sayıcı çarkına otomatik olarak taşınır. Sayıcı, istendiği zaman, bir tuşa basılarak sıfırlanabilir.

Rulo yazıcısı, göstergede gösterilen miktarları ve toplamı, bir kağıt rulo üstüne basar. Burada da dişli segmanlar, piyonlu tuş çarklarına kenetlenmişlerdir ve tuş kolunun ucundaki kamın biçimine bağlı olarak, belirli bir konumda yeralırlar. Böylece, sözgelimi, bir 9 düğmesine basılmasıyla, tuş çarkı dokuz konum ilerler. Bir plastik ruloyla, kağıt ve şerit, sayıya bastırılır. Elle çalıştırılan bir toplam fişi düzeneği, koparılabilen bir kağıt üstüne toplamların alınabilmesini olanaklı kılar.

Kasada ayrıca, «ödemesiz», «müşteri» ve «kurma» sayıcıları vardır. Bunlar, uygun düğmelere basılarak ilerletilir ve yönetim için gerekli bilgileri sağlamaya yararlar.

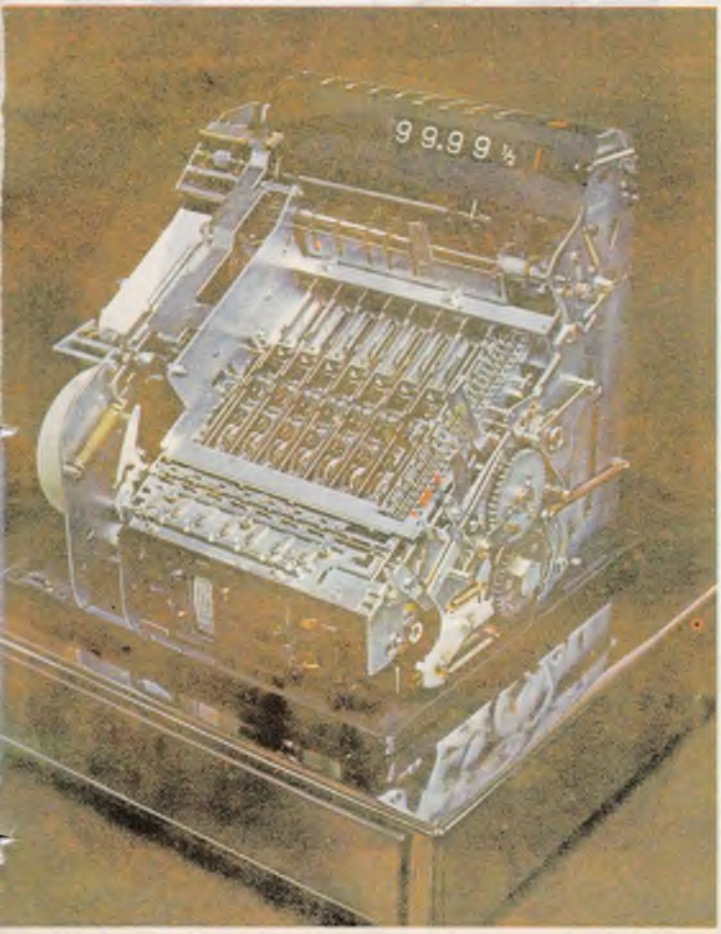
Kasa çekmecesi: Naylon tekerlekler üstünde kayabilen kasa çekmecesi, kayıt işleminin bitmesinden kısa bir süre önce, bir yay aracılığıyla açılır. Yayın boşaltılması, makinanın içindeki ana kam çizgisi üstünde yeralan bir mekanizmayla gerçekleştirilir.

Denetim kilidi: Yazar kasada, beş konumda çalışan bir de denetim kilidi bulunur. Bu konumlar, kurma, okuma (toplamın), kilitleme ve çekmece açma ya da kapama işlemlerine ilişkindir. Ayarların değiştirilmesini engelleme amacıyla, yalnızca yetkililer tarafından kullanılan bir okuma ve kurma düğmesi vardır. Kasa kapağı da, yalnızca okuma ve kurma düğmesiyle açılabilecek biçimde yapılmıştır. Bunların dışında, kapak mühürlenerek, açılıp açılmadığı denetlenir.

«Kollu» yazar kasalar, günümüzde yerlerini, büyük ölçüde elektromekanik ve elektronik makinalara bırakmıştır. Bunlar, hem daha güvenli, hem de yönetim ve bilgiişlem için gerekli bilgileri sağlamak bakımından daha gelişmiştir. Bununla birlikte, dünyanın çeşitli yerlerinde mekanik yazar kasalar da kullanılmaktadır.

Elektronik yazar kasalar: Yazar kasaların tasarımında elektronik öğelerin kullanılmasıyla, bütün geleneksel işlevlerin yanı sıra, küçük bir elektronik bilgisayar gibi, saklama ve programlar biçiminde bir dizi yönergeye göre işlem yapma gibi kolaylıkları da sağlayan yepyeni bir aygıt ortaya çıkmıştır. Bu tür özellikler, ENTEGRE DEVRELER'in ve özellikle metal ok-

Sweda Class 5 000 elektromekanik yazar kasanın iki resmi. (altta solda ve sağda) Mekanizması, mekanik hesap makinalarınınkine benzer, ama sol yanında, satılan mal sayısını bir kağıt ruloya yazan ve toplayan ek bir aygıt vardır.



sitli YARIİLETKEN'lerin geliştirilmesiyle daha da ileri götürülmüştür. Bunların dışında, gösterge ekranlarına neon lambalar takılmış, yalınlaştırılmış 10 tuşluk bir klavyeye bir dizi fonksiyon tuşu eklenmiş ve yeni basım üstünlükleri sağlanmıştır.

Piyasada çeşitli türden elektronik yazar kasalar vardır. Bunlar arasındaki başlıca farklar, denetim, bilgisayar girişi için veri toplamada kullanılan yöntemler ile otomatik etiket okuma işlemleri yapılan yerlerde etiket ve etiket okuyucu türlerinde ortaya çıkar. Denetim birimi açısından yazar kasalar, «bağımsız» sistemli, bütün fonksiyonlarını kendi denetleyen minyatür bir bilgisayardan oluşan yazar kasalardan, yakın ya da uzak bir yerde bulunan, bilgisayardan komut alarak işlem yapan yazar kasalara kadar çok değişik türlere ayrılır.

Sistem seçimi, genellikle, dükkanda gerekli kayıt sayısına, kaydedilecek bilgilerin karmaşıklığına ve satış sisteminin bilgi işleme kapasitesine bağlıdır.

Çağdaş kolaylıklar: Temel işlevlerinin yanı sıra, çağdaş elektronik yazar kasalar, ticaret yaşamının sürekli değişen istemlerine de yanıt vermek zorundadır. Bu nedenle, vergi ve indirim yüzdeleri için hesap kolaylıkları sağlanmış, kredi kartları üstünden otomatik olarak okuma yaparak kredili satış kayıtları yapan sistemler geliştirilmiştir.

Elektronik yazar kasa, karmaşık bir bilgisayar sisteminin bir parçası ise, bir telefon hattıyla merkez bilgisayara doğrudan bağlanabilir. Bu durumda, önceden belirlenmiş bir dizi yönergeyi bir bilgisayar programı halinde saklamak ve çalıştırmak olanağı vardır. Kodlanmış bir fiyat listesi kullanılıyorsa, mal numarasına göre otomatik fiyatlandırma da yapılabilir.

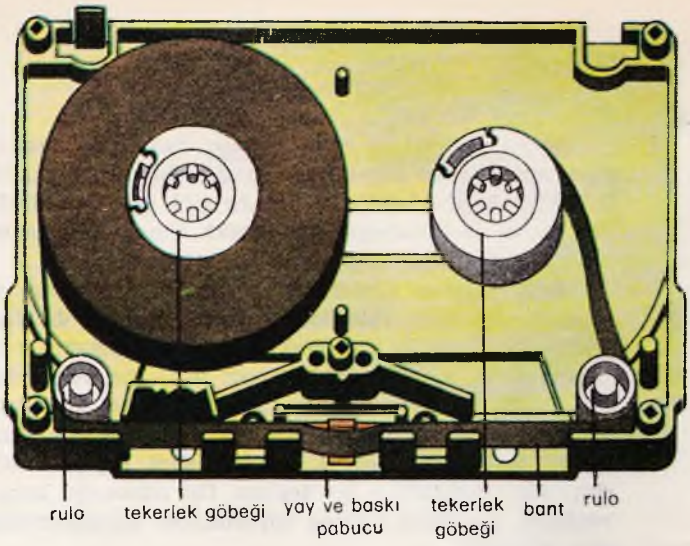
Mal kodu, satıcı kodu, miktar, fiyat gibi her kayıtla ilgili bilgiler, ya merkez bilgisayarında saklanır ya da daha sonra bilgisayarda işlem görmek için, elektronik yazar kasaya bağlı bir MAGNETİK BANT'lı kasete kaydedilir. Bu bilgi girişi, doğrudan tuşlarla yapılabilir; ama işlemin otomatik hale getirilmesi amacıyla, yeni teknikler de geliştirilmektedir. Günümüzde, mallara ekli özel etiket üstünde kayıtlı bilgiyi okuyabilen otomatik okuma aygıtları (Bk. KARAKTER TANIMA) da kullanılmaktadır.

Elektronik yazar kasaların yararları: Elektronik yazar kasalar, kasadar eğitimini kolaylaştırmak ve çalışma hızında % 20 artış sağlayıp, kasadar sayısını azaltmak gibi yararlar sağlarlar. Bu sistemler, aynı zamanda, yapılan yanlışları da azaltmaktadır.

Bununla birlikte, elektronik yazar kasaların asıl yararları, bir bilgisayar sistemiyle birlikte çalıştıklarında ortaya çıkar. Bu yolla, her müşterinin kredi durumu anında öğrenilebilir. Bir stok denetim sistemiyle bağlantılanmaları durumunda da, stoklar sürekli denetlenip düzenlenebilir.

KASET VE KARTUŞ

Kayıt bantlarının kullanımı, bantların kartuş ya da kaset içine yerleştirilmesiyle önemli ölçüde yalın-



Kasetin içi. (üstte) Bant iki ucundan, plastik kutu içindeki iki tekerlek göbeğine tutturulmuştur. Bant, kasetin önündeki bir boşluktan alıcı kafaya dokunur.
Merkezdeki kasnak çevresine sarılı uçsuz bant halkasını göstermek için kapağı açılmış bir kartuş. (altta) Bant, iç bölümden dışarı çekilir, dıştan sarılır. Böylece, sürekli kayarak, çaptaki değişikliği kendi kendine ayarlar.

laştırılmıştır.

Kasetler: Kasetler, Philips firmasınca geliştirilip, ilk kez 1963 yılında Hollanda'da tanıtılmıştır. Bir yassı plastik kutu içine yerleştirilmiş, kenarları çıkıntısız iki tekerlek göbeği ile onlara sarılan MAGNETİK BANT'tan oluşurlar. Bant uçları, tekerlek göbeğine, plastik «başlangıç» şeritleriyle bağlıdır. Kayıt ve sargı kafaları ile bant yürütücülerin banda değdiği ön kenar boyunca bant, rulolar ve kılavuzlarla desteklenir. Teflon ya da grafit kaplı plastik gibi düşük sürtünmeli malzemeden iki ince tabaka, bandın,kutunun üstünde ve altında sıkışıp toplanmasını önler. Kaset içindeki baskı pabucu, bant ile kafanın düzgün temasını sağlar. Magnetik bant, motorlardan gelen magnetik alanlardan, «perde» adı verilen metal bir parçayla korunur. Perde, genellikle, magnetik alanları durduracak biçimde düzenlenmiş, bir nikel ve demir alaşımından yapılır.

Kasetler, teyplerin üstüne takılan açık bantlardan çeşitli bakımlardan üstündür: Bandın kayıt aygıtına geçirilmesi gerekmez; kaset, geri sarılmayı gerektirmeksizin her an durdurulup çıkarılabilir; bant, toz ve elle dokunma nedeniyle bozulmaz.

Bununla birlikte, kasetlerin en önemli üstünlüğü, boyutlarında ve çalma sürelerindedir. Elle yerleştirme zorunluğunun ortadan kaldırılması, bantların çok daha önce yapılıp, küçük bir alana sığdırılmasını sağlamıştır. Kaset bantlarının kalınlığı, 0,01 - 0,02 mm arasında değişir. İnce bantlar, yavaş hızlarda daha nitelikli kayıtların yapılmasını sağlar. Kasetli teyplerde 4,76 cm/san'lik standart hız, normal teyplerdeki 9,53 cm/san kadar olumlu sonuçlar verir.

Çalma süreleri, dakikayla belirtilir (60, 90, 120) ve kasetin iki yüzünün toplam çalınma süresini gösterir.

Kasetler, istenen kaydın yapılması için boş olarak satın alınabildiği gibi, önceden kaydedilmiş biçimde de alınabilir. Kayıtlı durumda satılan kasetlerin arkasındaki dişler çıkarılır. Böylece, diş yuvasına giren güvenlik pimi, bandın yanlışlıkla silinmesini ya da yeni bir kayıt yapılmasını önler. Bantlara genellikle müzik kayıtları yapılır; ama kasetler, bilgisayarda da kullanılır.

Kartuşlar: Kartuş, 1965 yılında A.B.D'nde Learjet tarafından, önceden doldurulmuş tek yönlü müzik bantları için geliştirildi. Kartuşlar, önce otomobillerde yaygınlaştı. Kartuş bantlarında, genellikle 8 kayıt kanalı ya da 4 çift stereo kanalı vardır.

Kartuş kasetten büyüktür; 6,26 mm'lik bant içerir, hızı 9,50 cm/san'dir. Bu hız, kaset hızının iki katıdır ve o nedenle, daha iyi yüksek frekans yanıtı sağlar. Bandın iki ucunun birleştirilmesiyle oluşturulan uçsuz bir bant halkası, kartuş içindeki tek kasnağa sarılır. Bant, tıpkı ortasındaki uçtan çekilerek çözülen bir ip yumağı gibi, kasnağın ortasından çıkan uçtan

Doldurulmuş bantlar istenen uzunlukta kesildikten sonra, uçlara başlangıç bandı yapıştırılır. (üstte) Ardından tekerleklere sarılır ve elle kasetlere yerleştirilir.
Modern kasetli teypler, kaseti, ikinci yüzü çalmak için, otomatik olarak tersine çeviren bu aygıt gibi birçok yenilikle donatılmıştır. (altta)

Paketlenmiş üç tür bant. (sağda) Resmin solunda 8 kanallı kartuş; ortasında kaset, sağında, sesli TV filimleri için video kaset görülmektedir.

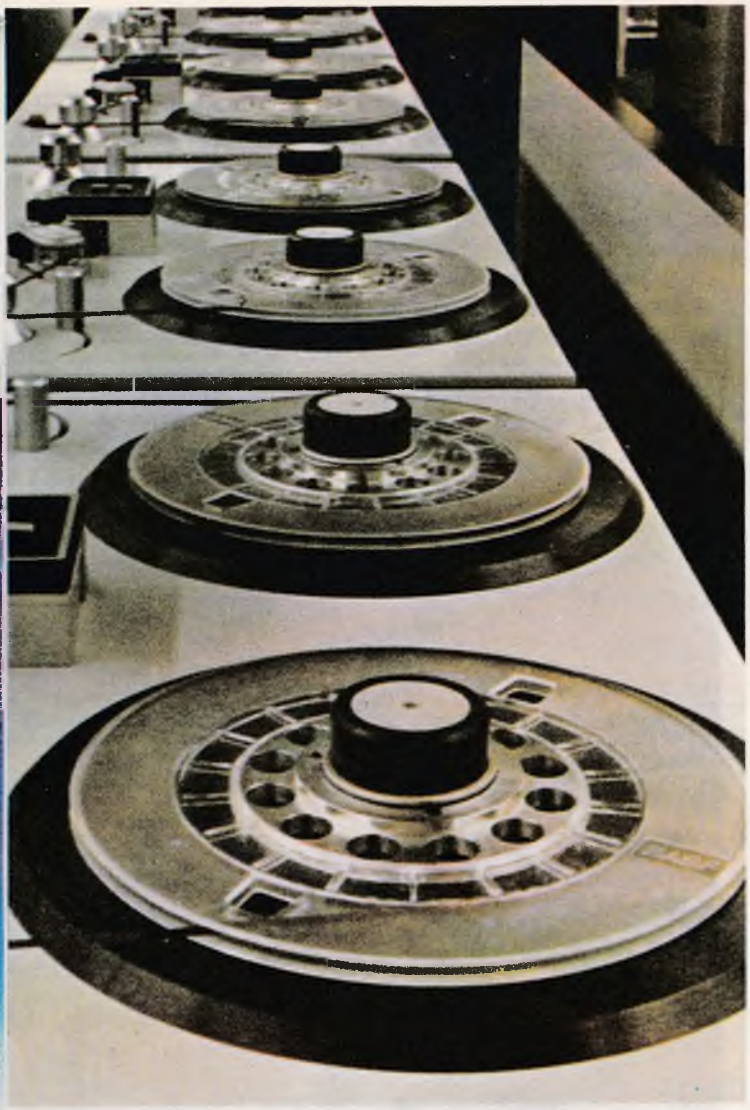
Müzik kasetlerine, normal çalma hızının 32 katı hızla kayıt yapılır. (üstteki resimler) İki yüz birlikte doldurulur. Üstte soldaki resmin alt kesiminde, uçsuz bir halka oluşturduğundan makaraya sarılamayan mastar bant seçilmektedir. Aynı resmin üst kesiminde ve üstte sağdaki resimdeyse, kaset bantları üstüne sinyal geçiren dört kayıt makinası görülmektedir.

çalınıp dıştan sarılır. Böylece, sürekli kayarak, çaptaki değişikliği kendi kendine ayarlar. Kartuş bantlarının sırtına, söz konusu dönüşleri kolayca yapabilmeleri için, çok kaygan bir kaplama uygulanır. Banda, belirli bir konumda devre rölesine kumanda edebilen bir folyo eklenmiştir. Bu parça, alıcı kafanın alttaki kanala inmesini sağlar. Kartuşlarda da, kasetlerdekine benzer kılavuzlar, makaralar, baskı pabuçları gibi parçalar bulunur.

Magnetik bant: Polyester gibi kuvvetli maddelerden, 0,025 mm'den ince, kusursuz tabakaların üretimi oldukça ileri bir teknik gerektirir. Bu tabaka üstüne uygulanan magnetik toz kaplamasının ise, bir cm'nin yaklaşık milyonda biri kalınlığında ve çok düzgün olması söz konusudur. Kaplama genellikle basımda kullanılana benzeyen, tifdruk işlemiyle uygulanır. Kuruduktan sonra, merdaneler arasında sıkıştırılıp düzeltilir. «Perdahlama» adı verilen bu işlemle, istenilen nitelik elde edilir. Kartuş bandı için ek kaygan madde kaplaması, bundan sonra yapılır. Kaygan madde, genellikle siyah grafit ve reçine karışımından oluşur.

Bu işlemlerden sonra magnetik bantlar, istenilen genişliklerde kesilerek, kaset ya da kartuşa takılmaya uygun uzunluklarda (1 800 m'ye kadar) makaralar haline getirilir. Bantlar dolu olarak satılacaksa, makaralar önce, kayıt aygıtına gönderilir. Yüksek hızlı (1,5 m/san) kayıt aygıtlarında bunlara, istenen kayıt yapılır. Programlar arasına alınan denetim sinyalleri, bantların gerekli yerlerden kesilerek, kaset ya da kartuşlara yerleştirilmesini sağlar.

Plastik bölümler ile bandın bir araya getirilmesi, bütünüyle otomatik yöntemlerle gerçekleştirilebilir.



Ama, günümüzde genellikle, yarı otomatik aygıtlar kullanılmaktadır. Özellikle önceden doldurulmuş bantlar için, bir başka yöntem de, önce yalnızca kısa boyda plastik başlama kılavuzu içeren bir kaset yapmaktır. Bunlar, bant makaralarıyla birlikte otomatik doldurucular verilir. Otomatik doldurucu, önceden belirlenen uzunluklara ya da program ara sinyallerine göre bantları, istenen uzunlukta kesip sarar. Son işlem, kasetlerin sesötesi kaynakla ya da vidalarla kapatılıp, etiketlenmesidir.

Kaset ve kartuşların geliştirilmesi, 1970'li yıllar boyunca da sürdürülmüştür. Daha yüksek nitelikli kayıtlar için, demir oksit bantların yerini, kobaltla işlem görmüş demir oksit, krom dioksit, hattâ ince metaller gibi malzemeler alabilir. Ancak, teybin her malzemeye uygun koşullar verecek bir anahtar yoluyla ayarlanması gerekmektedir.

Video teypler için de kartuş ve kasetler yapılmaktadır. Bu türden kartuş ve kasetler standartlaştırılmış ve renkli televizyonlu video teyp sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

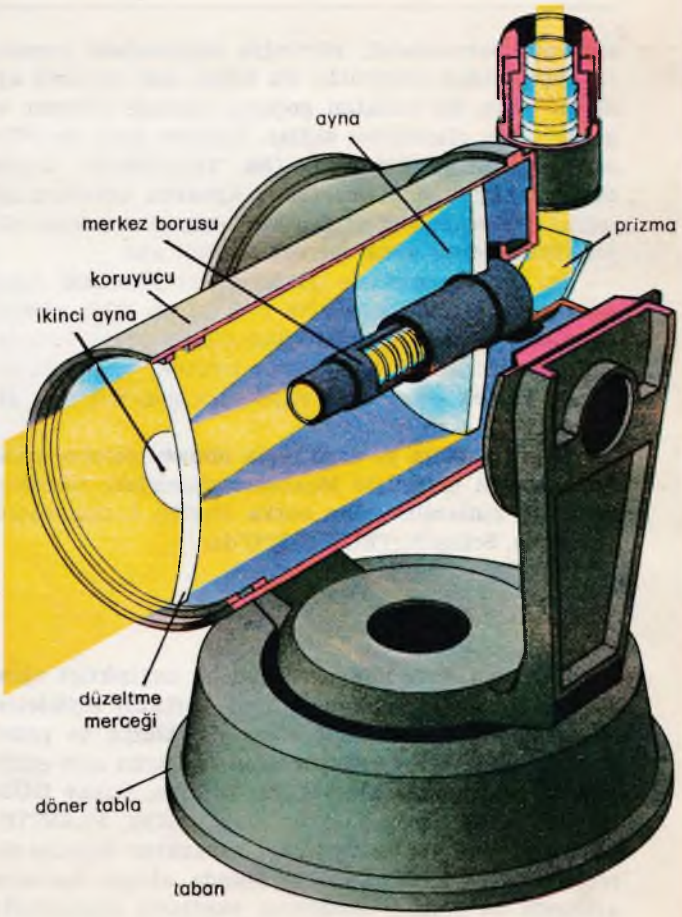
KATADİYOPTRİK SİSTEMLER

Bu terim, bir cismin görüntüsünü hem yansıma, hem de kırılma yolunu kullanarak oluşturan optik sistemler için kullanılır. Katadiyoptrik sistemler, XX. yüzyılın ilk yarısında kullanılmaya başlanmış, İkinci Dünya savaşından sonra da, fotoğraf makinaları için «ayna-mercek» düzenlemeleri geliştirilmiştir.

Uzak cisimlerin resimlerinin çekiminde yararlanılan TELEOBJEKTİF'ler yerine, bir seçenek olarak bu sistemlerin kullanılması yaygındır. Katadiyoptrik sistemler, aynı işi yapan teleobjektiflerden çok daha kısa, hafif ve kullanışlıdır. Ayrıca, çok zayıf ışıkta bile görüntü oluştururlar.

Ayna-mercek düzenlemeleri, sistemin ilk tasarımcısı olan D. D. Maksutov'un adıyla anılır. Cisimden gelen ışın, eğriliği az olan bir mercekten geçerek, odak noktası doğrultusunda ıraksar. Ardından, içbükey bir

Sistemin kesiti. (altta) Işığın izlediği yol sarı renkle gösterilmiştir. Işık, soldaki hafifçe ıraksak olan mercekten girer ve içbükey aynadan yansıyarak, merceklerin arkasındaki yansıtıcı noktaya düşer. Oradan yeniden geri yansıyıp, merkezdeki boru içinden geçer ve 45°'lik prizmadan yansıyarak, göz merceğine gelir.



Bir Questar katadiyoptrik sistemi. (üstte) Göz merceğiyle teleskop olarak kullanıldığı gibi, göz merceği ve prizma çıkarılıp, arkasına fotoğraf makinası bağlanarak, teleobjektif olarak da kullanılır.

aynadan yansıtılarak, merceğin arkasındaki yansıtıcı bölge üstüne düşürülür. Bu bölge, ışığı yeniden aynanın içine, bir delikten geçecek biçimde yansıtır ve görüntünün oluşmasını sağlar. İçbükey ayna bir yükseltici görevi yaptığından (Bk. TELESKOP), sistem oldukça küçük olabilmektedir. Aynanın arkasına fotoğraf makinası yerleştirilir ve fotoğraf makinası objektifinin yerini ayna-mercek sistemi alır.

Bu tür bir sistemde iki optik öğe yeterlidir (oysa aynı güçte bir teleobjektifte yedi ya da sekiz mercek bulunur). Sistem, yalınlığından ötürü, ticari amaçlar için çok elverişlidir. Ancak, hem mercek, hem de aynanın yüksek duyarlıkta yapılması, maliyeti çok artırır.

Gerek sağlam ve derli toplu olması, gerekse kolay kullanılması nedeniyle Maksutov sistemleri, teleskoplarda da kullanılır. Bir başka önemli katadiyoptrik sistem de, Schmidt TELESKOPU'dur.

KATALİZÖR

Tepkime sürecinde, herhangi bir değişikliğe uğramadan kimyasal tepkime hızını artıran maddelere «*katalizör*» denir. *Kataliz süreciyle*, kimya ve petrol endüstrisinde her yıl milyonlarca ton ürün elde edilir. Kataliz süreçleriyle elde edilen ürünler, yapay GÜBRE'ler, petrol türevi yakıtlar, yapay lifler, PLASTİKLER, yemeklik yağlar ve yapay kauçuktur. Kataliz süreçleri, çevre kirlenmesi konusunda alınan önlemler arasında da yeralır. Sözgelimi, taşıtların oluşturduğu egzoz gazları, katalizörlü dönüştürücülerden geçirilerek zararsız duruma getirilebilir.

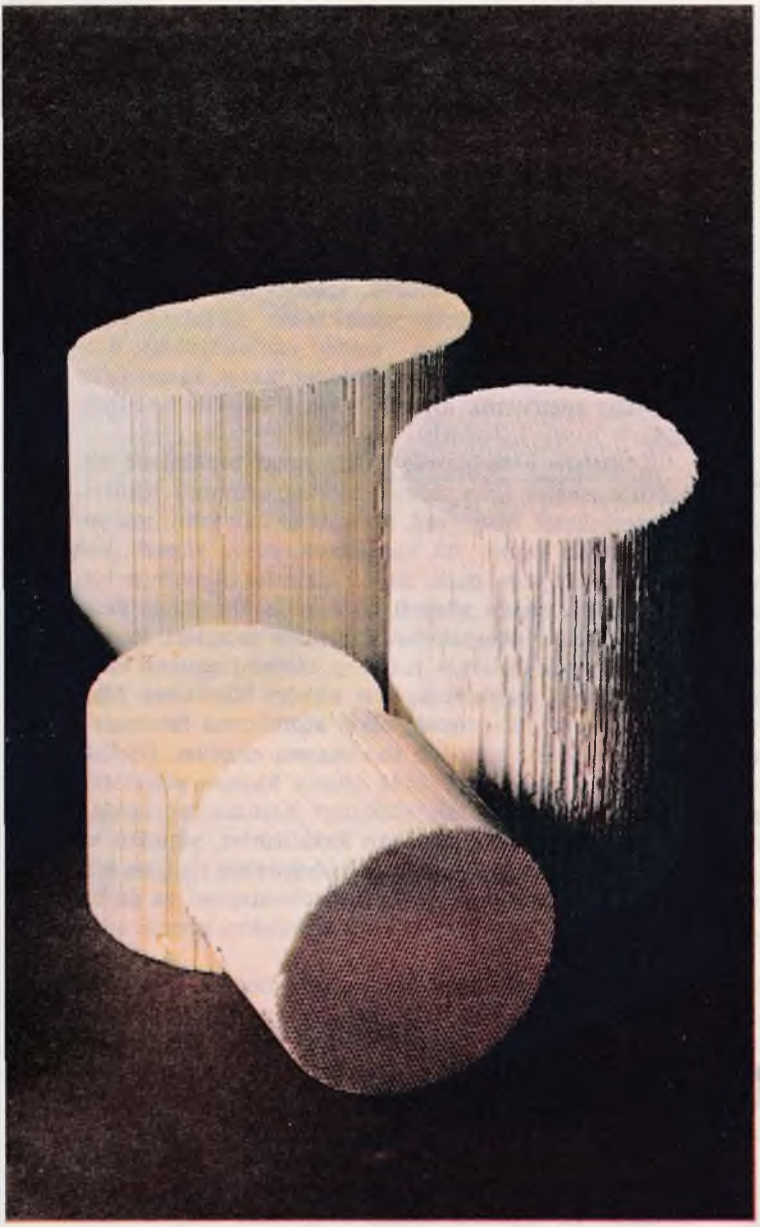
Birçok kimyasal madde, katalizör olarak görev yapabilir: Sözgelimi, platin, nikel ya da gümüş gibi metaller; vanadyum pentoksit, krom oksit ya da alüminyum oksit gibi metal oksitler. *Kataliz etkinliği* bir tepkime hızıdır ve katalizörden katalizöre değişir. Belirli bir kimyasal tepkimenin hızı, kullanılan katalizöre bağlıdır. Bazen, bir kimyasal tepkime, değişik katalizörler kullanılarak, bütünüyle farklı biçimlerde de yürütülebilir. Önemli bir nitelik olan *kataliz seçiciliği* ise, katalizörün, belirli bir tepkimenin hızının artırılmasını sağlama özelliğidir.

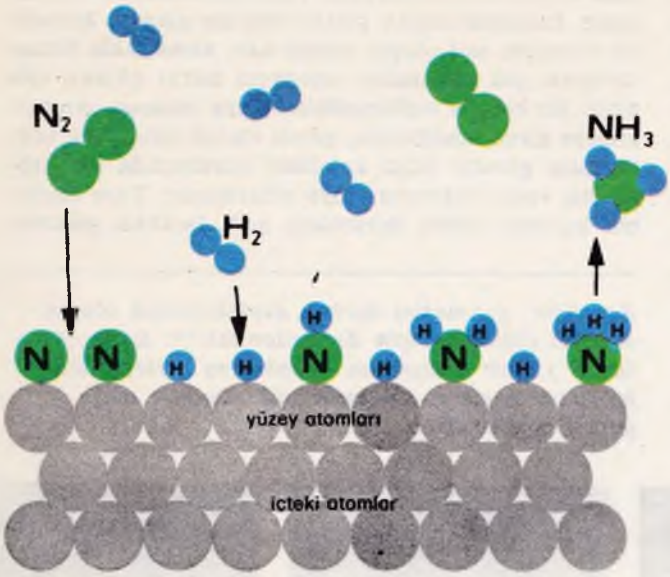
Uygulamalar: Azotlu gübre üretimi, atmosferdeki azot (N_2) ve hidrojenden (H_2) amonyak (NH_3) biçimiyle başlar. Azot ve hidrojenin ekonomik olarak

tepkimeye girmesini sağlayan katalizörün bulunması, ilk katalizör uygulama örneklerinden biridir. Yıllar süren araştırmalardan sonra, 1909'da bir demir filizi olan magnetitten (Fe_3O_4) yapılmış demir katalizörün, uzun süre (katalizör ömrü) için kesintisiz amonyak üretimi sağladığı anlaşılmıştır. Söz konusu demir katalizörde, verimi artıran yabancı maddeler bulunuyordu. Günümüzde de katalizörlere, etkilerini artırmak için bazı maddeler *(destekleyici)* katılır. Başka bir kataliz süreci de, amonyağın yükseltgenmesidir. Bu süreçte, katalizör olarak platin-rodyum alaşımı kullanılır ve nitrik asit oluşur. Nitrik asit, amonyakla birleştirilerek, çok kullanılan amonyum nitrat gübresi elde edilir. Bir kataliz tepkimesinin ortaya çıkması için, tepkimeye giren maddelerin, geçici olarak katalizöre bağlanması gerekir. Katı katalizör durumunda bu bağlanma, *«yüze tutunma»* diye adlandırılır. Yüze tutunma kuvveti, çeşitli durumlara göre farklılık gösterir.

Egzoz gazlarını temizlemek için otomobillerin egzoz sistemlerine, katalizörlü dönüştürücüler yerleştirilir. Resimde (altta), gözenekli seramik taban üstüne yapılmış platin katalizör içeren dönüştürücü öğelerin, kullanılmadan önceki ve sonraki hali görülmektedir.

Katalizör, yanmamış karbon atomlarından oluşan dumanı azaltmak için de kullanılabilir. Resimde (altta), bir dumanın yakınına yerleştirilen katalizörün etkisi görülmektedir: Duman aşağı yukarı yokolmuştur.





Gübre üretiminde, demir katalizör yüzeyinde amonyak oluşturan azot ve hidrojen atomları. (üstte) Demir katalizör varlığında bu tepkimenin hızının arttığı deneysel olarak bulunmuştur. Tepkimenin hızı, özellikle, magnetitten elde edilen demir katalizör küçük miktarda yabancı maddeler içerdiğinde, artar. İki gaz, iki atomlu molekül yapısından, tek atomlu duruma geçerek, geçici olarak demir yüzeyine tutunur. 1 azot atomuna 3 hidrojen atomu katılarak, amonyak molekülü oluşur.

Sözgelimi, kimyasal yüze tutunma durumunda, kimyasal bağlar, atom ve atom zincirleri arasında oluşur. Daha zayıf bir bağlanma biçimi olan fiziksel yüze tutunma durumundaysa, molekülden moleküle bağlanma söz konusudur. Yukardaki çizimde görüldüğü gibi, yüze tutunma, demir katalizörün içindeki değil, yüzeyindeki atomlarla gerçekleşir. Azot ve hidrojen gaz MOLEKÜL'leri, demir atomları yüzeyine yayılır ve atomlara ayrılarak, tek tek atomlar halinde yüze tutunur. Katalizör yüzeyinde azot *(N)* atomları, bir hidrojen atomuna katılarak, önce *NH* oluşturur. Ardından, başka bir hidrojen atomu ile NH_2 ortaya çıkarılır. Sonunda, üçüncü hidrojen atomunun katılmasıyla amonyak *(NH_3)* oluşumu tamamlanır. Oluşan amonyak molekülü, katalizör yüzeyinden, *yüzden bırakma(* desorplama) yoluyla ayrılır ve yayılır.

Enerji: Kimyasal tepkimelerin çoğu, kendiliğinden ortaya çıkmaz. Genellikle, tepkimenin yürümesi, tepkimeye giren maddelerin etkinleştirilmesine bağlıdır. Bunun için enerji, sözgelimi ısı gerekir. Katalizörün kullanıldığı bir kimyasal tepkime için gerekli enerji, katalizör kullanılmaksızın yapılandan çok daha düşük düzeydedir.

Kataliz etkisinin birçok yönü tam olarak anlaşılamamakla birlikte, amonyak eldesinde demirin ne işe yaradığı açıklanabilmektedir. Demir katalizör, azot atomlarını, hidrojen atomlarıyla tepkimeye girmeleri için yeterli güçte tutar. Amonyak üretiminde başka metaller elverişli değildir. Çünkü bunlarla yüze tutunma, ya daha kuvvetli olarak tepkimeye izin vermez ya da daha zayıf olduğundan, yüze tutunan atomların sayısını azaltır.

Yüzey alanı: Katı katalizörlerde, kataliz sürecinde yalnızca yüzey atomları yeraldığından, bu tür katalizörler olabildiğince geniş yüzeyli hazırlanır. MARGARİN ÜRETİMİ'nde sıvı bitki yağları, nikel katalizör kullanılarak hidrojenle sertleştirilir (hidrojenasyon). Etkin katalizör, nikel-alüminyum alaşımından, alüminyumun, sıcak alkali çözeltisiyle uzaklaştırılması yöntemiyle hazırlanır. Böylece, yüzey alanı çok geniş katalizör (100 m^2'ye bir gram nikel) elde edilmiş olur. Katalizör olarak platin gibi değerli bir metal kullanıldığında, özel bir taban üstüne çok küçük bir miktar yayılır. Alüminyum oksit ve odun kömürü gibi çok gözenekli katılar (her gramının yüzeyi bin metre karedir), katalizör tabanı olarak kullanılır.

Benzin üretiminde iki önemli süreçten yararlanılır: *Katalizle ayırma (katalitik kraking)*; *katalizle oluşturma (katalitik reforming)*. Katalizle ayırmada HİDROKARBON molekülleri, silis-alüminyum oksit katalizörleriyle daha küçük birimlere parçalanır. Son zamanlarda, katalizör olarak, «*zeolit*» adı verilen alüminyum silikat da kullanılmaktadır. Katalizle oluşturmada, benzinin oktan sayısı, asitlendirilmiş alüminyum oksit üstüne tutturulmuş platin katalizörler üstünden geçirilerek artırılır (Bk. PETROL RAFİNERİSİ).

Katalizör zehirlenmesi: Kimyasal tepkimede tüketilmemelerine karşılık katalizörler, zamanla etkilerini yitirebilirler. Sözgelimi, bir katı katalizörün, çok ısıtılırsa etkisi azalır. Bu koşullarda, geniş yüzeyli, çok gözenekli bir yapı, daha büyük birimler biçiminde birleşip, daha düşük yüzeyli hale gelir. Bu süreç, «*sinterleşme*» diye adlandırılır. Katalizör zehirleri, katalizörün yüzey atomlarına tutunup, etkisini azaltan maddelerdir. Eser miktardaki bazı kükürt bileşikleri, nikel katalizörlerin yüzeyindeki nikel atomlarına tutunarak, bunların kataliz sürecine katılmasını engeller. Özellikle hidrokarbon süreçlerinde oluşan karbon artıklarıyla, katalizörlerin etkin yüzeyleri bozulabilir (koklaşma). Zehirlenen ve koklaşan katalizörler, yeniden etkinleştirilebilirler. Yeniden etkinleştirilme için, ya hidrojenle kimyasal tepkimeye *(hidrojenasyon)* ya da buharla (ya da havayla) yüksek sıcaklıkta işleme sokulurlar.

Katalizörlerin zehirlenmesini önlemek için çeşitli yöntemlere başvurulur. Bunlardan biri, *hidrojenle kükürt gidermedir (hidrodesülfürizasyon)*. Bu yöntemde kükürt, hidrojenle uzaklaştırılır ve kobalt ile molibden oksit karışımı, alüminyum oksit taban üstüne yayılır.

Buraya kadar sözü edilen örneklerde, katı bir katalizörle tepkimeye giren maddeler, gaz ya da sıvı fazındadır ve tepkime temas bölgesinde oluşmaktadır.

9 tür katalizör (üstte, yukardan aşağı doğru): Etilenden asetilenin uzaklaştırılması için kullanılan, alüminyum oksit üstüne yayılmış değerli metaller; hava gazından tehlikeli karbon monoksiti uzaklaştıran, yüksek sıcaklıkta karbon dioksit dönüşümü için kullanılan demir oksit; «hidrofining» işlemi için kullanılan kobalt molibdat (burada kükürt, hidrojen sülfüre dönüştürülür ve öteki gazlardan uzaklaştırılır); amonyak bireşimi için kullanılan demir oksit; yüksek basınçta hidrojen ve karbon monoksitten metanol yapımı için kullanılan krom ve çinko oksitleri; naftadan hidrojen sülfür ve öteki gazları uzaklaştırmak için kullanılan çinko; düşük sıcaklıkta karbon dioksit dönüşümü için kullanılan alüminyum oksit ile bakır ve çinko oksitleri; kobalt molibdat; naftanın amonyak ve hava gazına dönüşümü için kullanılan nikel.

Bütün bu örnekler, farklı fazlar (katı, sıvı, gaz) içerdiklerinden, *heterojen kataliz* sınıfına girerler. Katalizörle tepkimeye giren maddeler aynı fazdaysa, «*homojen kataliz*»den söz edilir. Tepkimeye giren maddelerin suda çözündüğü sulu çözeltideki kataliz, kimyasal süreçlerde günden güne önem kazanmaktadır. Sözgelimi, asetaldehit (CH_3CHO), etilen (C_2H_4) ve oksijen karışımının, bakır ve paladyum klorürlerinin sulu çözeltileri içinden geçirilmesiyle elde edilir. Homojen kataliz olayında tepkime, kimyasal madde ve katalizör arasında *kompleks* oluşumuyla yürür. Tepkime sonunda kompleksin bozunmasıyla, tepkime ürünleri ve katalizör yeniden oluşur.

Canlı maddelerdeki katalizörlere «*enzim*» adı verilir. Enzimler, etkin bölümleri bulunan, büyük ve karmaşık proteinlerdir; kataliz etkileri çok ilgi çekicidir; çevre sıcaklığında ve bütünüyle seçici olarak çalışırlar. Gelecekte yapay katalizörlerin yerini almaları beklenebilir. Günümüzde de yiyeceklerin, içeceklerin (Bk. BİRA VE BİRACILIK) ve ilaçların üretiminde kullanılmaktadırlar.

KATAPULT, BUHARLI Bk. **MANCINIK, BUHARLI**

KATI Bk. MADDE (ÖZELLİKLERİ)

KATOT IŞINI TÜPÜ

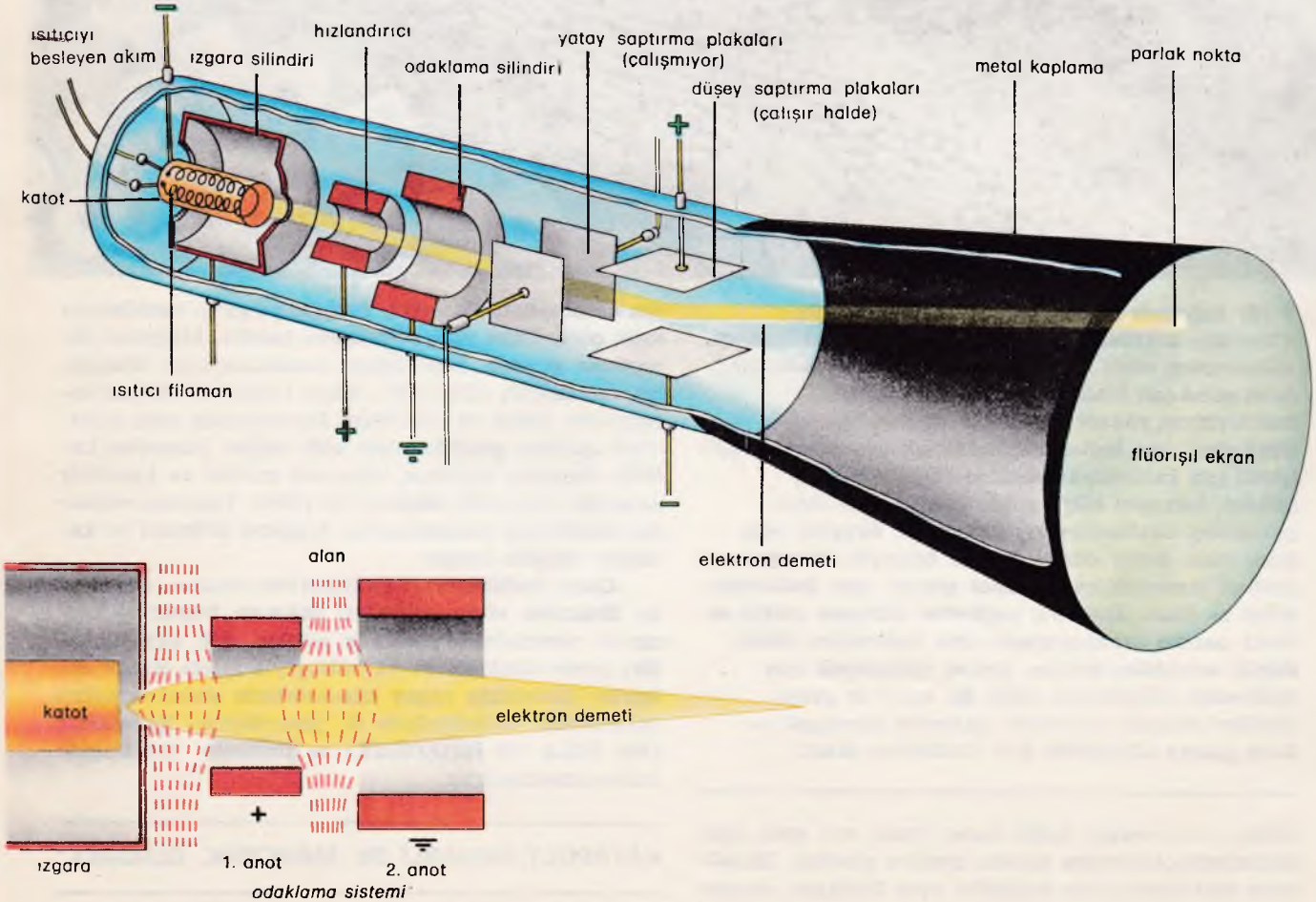
Katot ışını tüpü, elektronik devre sistemleriyle görüntü veren bir aygıttır. Sözgelimi, televizyon alıcıları, RADAR ekranları ve OSİLOSKOP gibi bilimsel aletlerde, bu tür aygıtlar kullanılır.

Katot ışını tüpü, havası boşaltılmış bir cam tüpten oluşur. Cam tüpün bir yüzüne, ekran görevi yapmasını sağlayacak bir biçim (genellikle düz bir plaka) verilmiş ve iç tarafına flüorışıl özelliği olan bir madde kaplanmıştır. Tüpün öteki ucunda bir elektron tabancası bulunur (elektron tabancası, bir elektron demetini odaklayarak, ekran üstüne düşürebilen bir düzenektir). Ekrandaki flüorışıl maddeye çarpan elektronlar, bu maddedeki atomları uyararak, çarptıkları noktada bir ışık parıldamasına yolaçarlar. Ekrandaki görüntüyü bu parıldamalar oluşturur. Işık parlaklığının şiddeti, elektron tabancası içindeki bir öğe tarafından denetlenen elektron demetinin şiddetiyle orantılıdır.

Ne var ki, söz konusu parçalarla belirli bir görüntü elde edilemez. Tabancadan çıkan elektronlar, her yana saçılarak, ekran üstünde büyük ve sönük bir leke oluştururlar. Bu yüzden, elektronların bir odaklama sistemiyle odaklanması ve ekran üstünde küçük parlak bir nokta oluşturacak biçimde bir araya toplanması gerekmektedir. Bundan başka, saptırıcı sistemlere de gereksinim vardır. Saptırıcı sistemlerle, elektron demeti (ve buna bağlı olarak ekrandaki parlak nokta) istenen biçimde hareket ettirilebilir.

Elektron tabancası: Elektron tabancasının çalışma ilkesi, vakum tüpününkine benzer. Üç temel öğesi vardır: Katot; ızgara; anot. Anot, ALKALİ METALLER'den sezyumdan yapılmış olan katodunkine göre çok daha yüksek bir gerilimde tutulur. Katot küçük bir ısıtıcıyla ısıtıldığında, sezyum elektron salmaya başlar. Eksi yüklü elektronlar anoda doğru hareket ederler. Anodun ortasında, elektronların ekrana doğru yönelmesini sağlayan küçük bir delik vardır. Katot ile anot arasına yerleştirilen bir ızgara devresi yardımıyla, elektron demetinin şiddeti denetlenebilir. Izgara

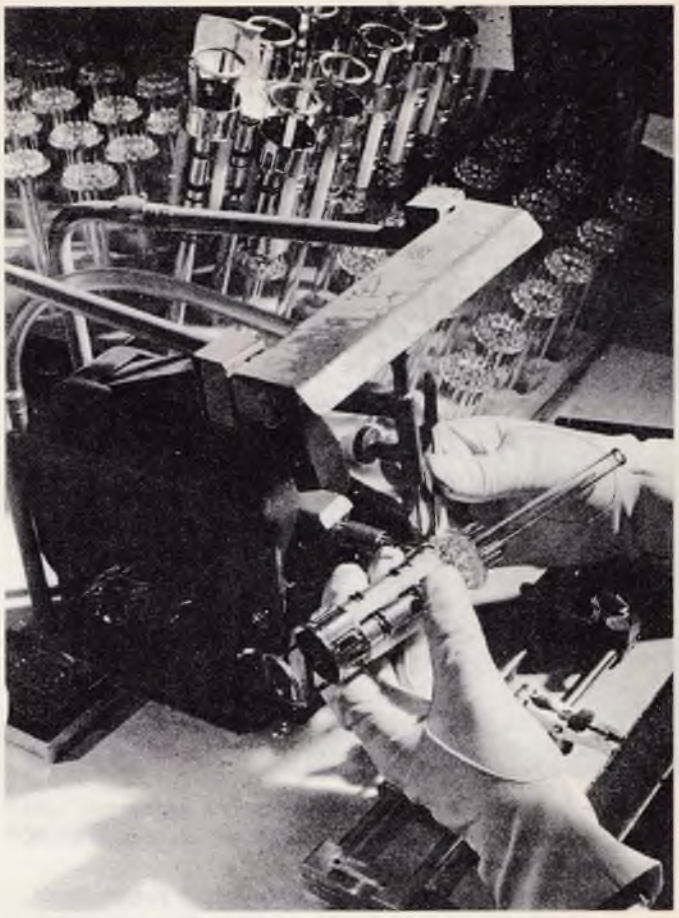
Elektrostatik odaklama sisteminin yarattığı eğri elektrik alan içinde, elektron tabancasından çıkan demet, ekran üstünde bir noktada odaklanır. Sapmayı, saptırıcı plakalar sağlar. (altta).



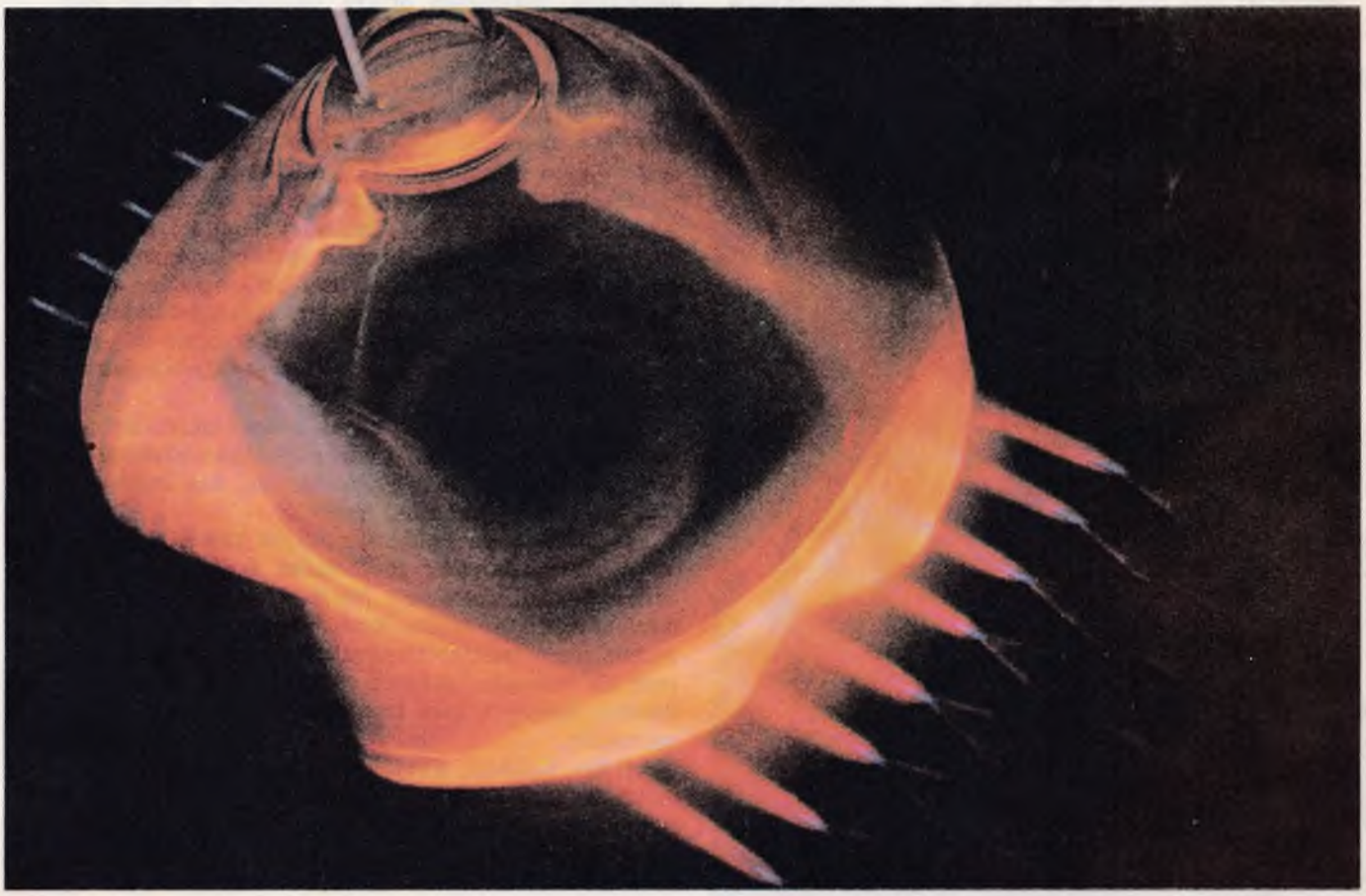
üstündeki gerilim değiştirilerek, geçen elektron miktarı azaltılıp çoğaltılabilir.

Odaklama sistemi: Elektron demetini odaklamak için, ya ELEKTROSTATİK alan ya da magnetik alan «mercek»leri kullanılır. Bunlar, ışığın odaklanmasında kullanılan merceklerin benzeridir. İki yöntemde de (elektrostatik ya da magnetik), dikkatle biçim verilen alanlar, içlerinden geçen elektronların ekran üstünde bir noktada toplanmasını sağlarlar.

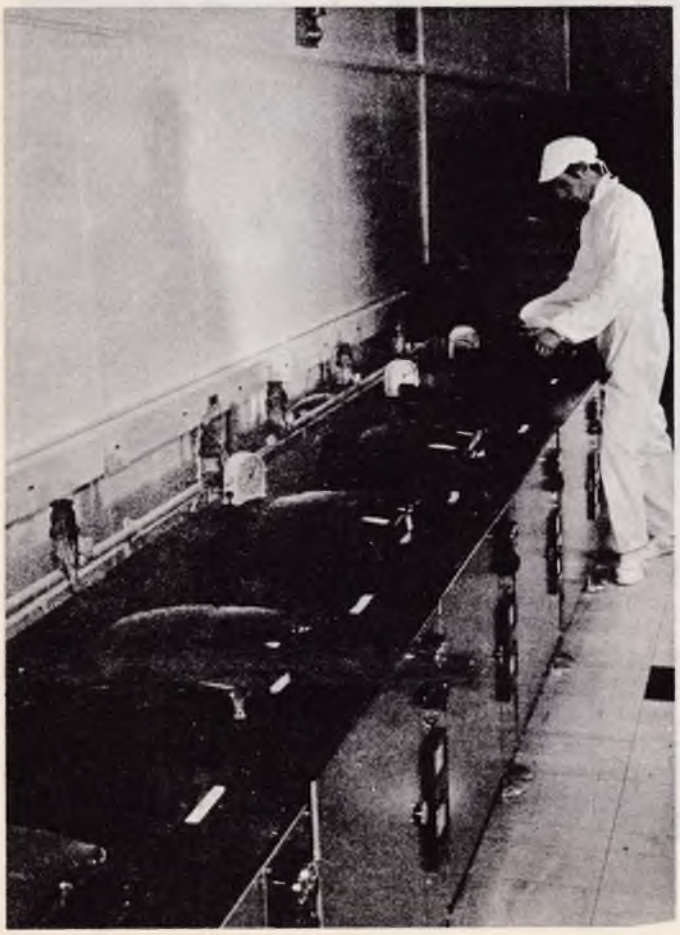
Saptırıcı sistemler: Saptırma işlemi de elektrostatik ya da magnetik alanlarla yapılır. Saptırma işi için iki sistem gereklidir. Biri elektron demetini yatay doğrultuda (sağa, sola), ikincisi ise düşey yönde (aşağı, yukarı) saptırmak içindir. Böylece, ekran üstünde-



Renkli televizyon tüpünün elektron tabancası montajında, çıkış uçlarının kaynakla yerine yapıştırılması. (sağda) Bütün tabancalar aynıdır ve siyah-beyaz türdekilere benzer. Resimde ızgara, hızlandırıcı ve odaklama sistemi de görülmektedir. Elektron tabancasının ucundaki geniş metal halka içinde, magnetik plakalar vardır. Bunlar dışardan, tüpün boynundaki bobinlerle denetlenir ve üç demeti bir araya toplamaya yarar.
Siyah-beyaz tüpün yapımı. (altta) Bu işlemle ön cam gövdeye kaynaklanır; iç yüzü fosforla kaplandıktan sonra, elektron tabancası takılır.



Fosfor tabakasını ön camın iç yüzüne kaplamak için kullanılan santrifüjler. (üstte) Çok pahalı olduğundan, kırmızı fosfor en son kaplanır.
Morötesi ışığın gölge maskesinden geçip fosfor kaplı cam yüze düşürüldüğü bölüm. (altta) Düzenli fosfor noktaları elde etmek için, ışının çok iyi ayarlanması gerekir.



ki her nokta taranabilir.

Elektrostatik saptırıcılar kullanılıyorsa, bunların, havası boşaltılmış tüp içine yerleştirilmesi zorunludur. Buna karşılık, magnetik sistemlerde bobinler, tüpün dışına yerleştirilebilir. Böylece, hem daha ucuz, hem de daha yalın bir yol izlenmiş olur.

Flüorışıl malzemeler: Siyah beyaz görüntü veren katot ışını tüplerinde, flüorışıl malzeme olarak, gümüş katılmış çinko sülfür ya da gene gümüş karıştırılmış çinko-kadmiyum sülfür kullanılır. Doğru oranlarda bir karışım yapıldığı zaman, bu maddeler, elektron bombardımanı altında mavimsi beyaz bir parıltı verirler.

Televizyon alıcılarında görüntünün sürekli kılınabilmesi için, elektron ışınıyla, ekranın bütün yüzü yatay satırlar halinde taranır (ışının şiddeti, konunun parlaklığına göre değişir). Bu işlemin yapılması çok hızlı, satır kalınlıkları da çok ince olduğundan, gözümüz resmi sürekli olarak algılar.

Televizyonlarda kullanılan katot ışını tüplerinde malzeme seçimi önemlidir; çünkü elektron ışını başka bir noktaya geçtiği zaman, bir önceki noktanın, çok kısa bir süre daha parıldama işlevini *(kalıntı parlama)* sürdürmesi gerekir. Kalıntı parlama, görüntülerin kesintili olmamasını sağlar. Televizyon ekranları, saniyede yaklaşık 25 kez taranır. Kalıntı parlama süresi 1/25 saniyeyi aşarsa, hareketli sahnelerde bulanıklık oluşur. Parlama süresinin 1/25 saniyeden az olmasıysa, titremenin ortaya çıkmasına neden olur. Başka bir deyişle, ikinci tarama başlamadan, resim yiter.

Osiloskoplarda, özellikle de radar ekranlarında, flüorışıl maddenin son parlama süresi daha uzun olabilir; çünkü bu tür aygıtların görüntüledikleri konularda, olayın değişme hızı daha düşüktür.

Renkli televizyonlarda kullanılan katot ışını tüplerinde, ekranın iç yüzü, üç temel rengi (kırmızı, yeşil, mavi) veren farklı flüorışıl malzemeyle, ince mozaik görünümünde kaplanır. Her renk için bir elektron tabancası bulunur ve bunlar, ekran üstünde kırmızı, mavi ve yeşil görüntü verecek biçimde düzenlenir. Gözümüz bunları karışım olarak algıladığından, resim renklenir.

Yapım: Aşağı yukarı bütün katot tüpleri, bir cam balondan oluşur. Ama ön yüz, yani ekran bölümü, ayrı üretilir; ya vakumda ya da bir asal gaz ortamında, tüpe kaynakla yapıştırılır.

Osiloskoplarda kullanılan küçük tüplerin yapımı, televizyon ya da radar tüplerinden daha kolaydır. En karmaşık tüplerse, renkli televizyon alıcılarında kullanılanlardır. Bunlarda ekran, tekdüze bir kaplama yerine, fosfor noktacıklarıyla kaplanır. Bu noktalar, ince bir metalden yapılmış gölge maskesi üstündeki düzenli deliklerin tam karşısında yeralacak biçimde ayarlanır.

Gölge maskesi, genellikle, nikel alaşımlı çok ince metal levhadan hazırlanır. Metal levhanın iki yüzü, ışığa duyarlı bir maddeyle kaplanır. Bir şablondan (ekranda noktaların sıralanış biçimine ve açıklığına uygun olarak hazırlanmış bir delikli örnek) geçirilen

kuvvetli bir ışık, gölge maskesine düşerek, ışığa duyarlı kaplama üstünde, sertleşmiş bölgeler oluşturur. Daha sonra maske, banyo edilip asitle işleme uğratılır ve 0,3 mm çapında 400 000 delik ortaya çıkarılır. Metalin iç gerilimini azaltma amacıyla maske, bir fırında tavlanır. Son işlem, levhaya, presten geçirme yoluyla televizyon ekranının bükümlü biçimini vermektir.

Gölge maskesi, televizyon tüpünün ön camına içerden takılan kuvvetli bir çerçeveye kaynaklanır. İyi nitelikli camdan yapılan ön camın, iç gerilmelerinin bulunmaması ve çok duyarlı olması gerekir. Üstü, normal olarak beyazımsı gri renkte olan, ama katot ışınıyla bombardıman edildiğinde yeşil renk veren kimyasal bir emülsiyonla kaplanmıştır. Gölge maskesinden geçen morötesi bir ışık, bu emülsiyon üstüne düştüğünde, ışık alan noktalar sertleşir ve yıkandıktan sonra buralarda lekeler kalır. Morötesi ışının yeri her seferinde biraz kaydırılarak, işlem, kırmızı ve mavi fosforla da yinelenir. Kaplamanın düzgün olması için, fosfor tabakası, ön cam bir santrifüjde döndürülürken çökeltilir. Gene aynı işlemler (morötesi ışığa tutma ve yıkama) yapıldıktan sonra, camın üstünde, üç ayrı renkten oluşan fosfor noktacıkları belirir.

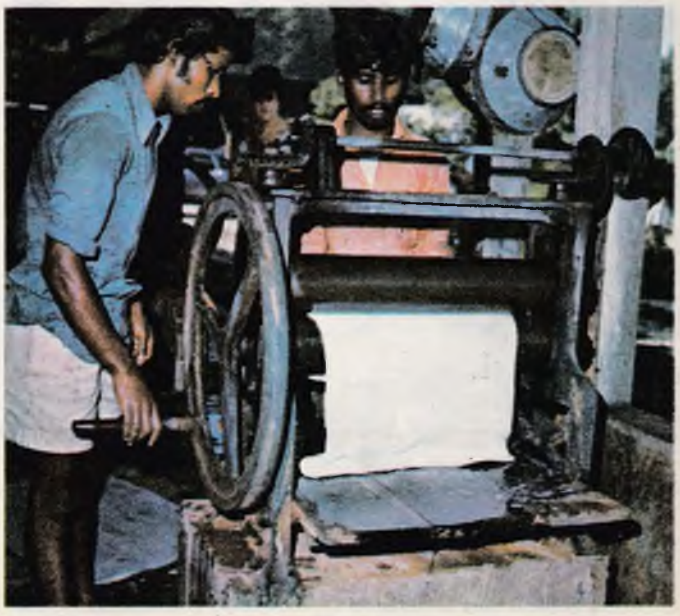
Tüpün koni biçimli gövdesi ayrı yapılır. Hassaslık testi uygulanır, temizlenir. Boyun bölgesi ve iç yüzü grafitle, ön camın yapıştırılacağı bölgeyse, «frit»le (cam tozu ve kimyasal bir çözelti) kaplanır. Eskiden siyah beyaz tüplerin ön camları, yüksek sıcaklıkta kaynakla yerine takılırdı; ama renkli tüplerde fosfor noktaları ve metal maske ısıya karşı dayanıksız olduklarından, kaynak işlemi «frit»le yapılır. Bu durumda, çok yüksek sıcaklığa gereksinim kalmaz.

Gölge maskesi ve ön cam, koni biçimli tüpe yapıştırılıp, elektron odaklama sistemi ve saptırıcı plakalar yerleştirildikten sonra, tüpün havası boşaltılır. Artık renkli TV tüpü hazırdır. Yapılması gereken son işlem, tüpün, atmosfer basıncıyla içe doğru patlamaması için, çemberlenmesidir. Bundan sonra, dış yüzü de grafitle kaplanır ve son kez denetimden geçirilir.

KAUÇUK, DOĞAL

Doğal kauçuk, anavatanı Brezilya olan *Hevea* ağacı (kauçuk ağacı) ile başka bazı ağaç ve çalılardan elde edilir. Kauçuk, ağacın gövdesi ile kabuğu arasında bulunan ve süte benzer bir akışkan olan *lateks*ten elde edilir. Kabuk kesildiği ya da zedelendiği zaman, lateks dışarı akar ve kuruyarak, zedelenen bölüm üstünde koruyucu bir tabaka oluşturur. Kauçuğun adı, Amazon bölgesi yerlilerinin dilinden (caa-o-çu; ağlayan ağaç) gelir. Brezilya'da, kurutulmuş bir balçık kalıp üstüne kat kat sürülen kauçuğun pıhtılaştırılmasıyla ayakkabı yapılıyordu. Lateksin iki bez parçası arasında kurutulmasıyla da sugeçirmez bezler üretiliyordu.

Kauçuğun endüstri alanındaki ilk kullanımları da ilkel tekniklere dayanırdı. Lateksin içine bir tahta sırık sokularak, yaklaşık bir insan başı büyüklüğündeki



Hindistan'ın güney eyaleti Kerala'da bir kauçuk ağacı tarım işletmesi. (üstte) Ağacın kabuğuna eğimli bir oluk açılır ve beyaz renkli lateks, toplama kabına akar. Resimde, önceki toplama oyuklarının izleri de görülmektedir. Lateks, toplandıktan sonra süzülür ve suyla seyreltilir. Bir organik asidin katılmasıyla pıhtılaşması sağlanır. Resimde (altta), Malaya'da yeni pıhtılaştırılmış lateksin, basınçla tabakalar haline getirilmesi görülmektedir.

topaklar halinde toplanan kauçuk, dumana tutulurdu. Bu yolla üretilen kauçuk, bir dizi ince tabakadan oluşur ve tahta sırıktan kesilerek ayrılırdı. Katı kauçuk, kömür katranı naftasında çözündürülür, sonra çözelti, çizme ve eldiven gibi giysiler ile dokumaların sugeçirmez hale gelmesi amacıyla işlenmesinde kullanılırdı. Bulucusunun adıyla «Mackintosh» diye adlandırılan bu tür giysiler, gerçekten sugeçirmezdi; ama ısıya karşı duyarlı olduklarından, soğuk günlerde katı ve kırılgan, hava sıcak olduğunda da yapışkan ve pis kokulu oluyorlardı.

1839-1840 yıllarında A.B.D'nde Goodyear, İngiltere'de ise Hancock, kauçuğu KÜKÜRT'le birleştirerek sıcakta yapışkan olmayan, soğukta da esnekliğini yitirmeyen bir madde elde ettiler. Eklenen kükürtün yüzde oranına bağlı olarak, yumuşak, uzayabilir kauçuk şeritlerden, sert *ebonit* ya da *vulkanit* tabakalara kadar, çeşitli ürünler elde edilebiliyordu. Vulkanize kauçuk, geniş bir sıcaklık aralığında kararlıydı ve kalıplanarak, kalıcı biçimler kazandırılmış çeşitli ticari maddeler haline getirilebiliyordu.

1876 yılında İngiliz hükümeti, Sir Henry Wickham'ı, kauçuk tohumları alması için Brezilya'ya yolladı. Bu tohumlar Kew botanik bahçelerinde filizlendirilip Seylan'a gönderildi. Böylece, ilk kauçuk dikimi gerçekleştirildi ve modern kauçuk ağacı tarım işletmelerinin temeli atıldı.

Pıhtılaştırılmış lateks tabakaları bir kuruma askısında. (üstte)

Lateksi yoğunlaştıran ve kısmen suyunu alan bir santrifüj. (altta) Paslanmaz çelikten rotor çerçevesi açıkca görülmektedir. Köpük kauçuk yapımında kullanılacak lateks, çoğunlukla santrifüj edilir.

Çağdaş kauçuk ağacı tarım işletmelerinde lateks, ağacın kabuğuna açılan eğimli oluklardan akıtılıp, ağacın köküne yakın bir yere tutturulmuş bir kaba doldurularak toplanır. Toplamadan sonra lateks süzülerek arındırılır ve suyla seyreltildiği depolara doldurulur. Pıhtılaşma bundan sonra, formik ya da asetik asit türünde bir kimyasal maddenin katılmasıyla gerçekleştirilir (bu işlem, lateksin toplanmasından sonraki 24 saat içinde yapılmalıdır). Kauçuk, asıltıdan, bir değirmende tabaka halinde ezilen parçacıklar biçiminde ayrılır. Ürünün bir bölümü odun dumanıyla kurutulur, geri kalanı da, ayakkabı tabanlarında kullanılan sarı *krepi* oluşturur.

Kimyasal bileşim: Kauçuk, temel formülü $(C_5H_8)n$ olan (burada n yaklaşık 3 000'dir), doymamış bir HİDROKARBON'dur. Moleküldeki temel birim, terebentinde bulunan ve formülü $CH_2=CH—C\ (CH_3)=CH_2$ olan izoprendir. Kauçuğun bileşimi, ısıtmayla izopren halinde ayrıştığı, 1860 yılında bulunmuş ve Tilden'in, kazayla bir şişede kalmış izopreni POLİMERLEŞME'ye uğratarak kauçuk üretmesi sonucu, 1884'de doğrulanmıştır.

Kauçuğun en önemli özelliği, çekildiğinde, boyunun dört ya da beş katına gerilmesi ve serbest bırakıldığında değişmeden eski haline dönmesidir. Söz konu-

su özellik, kauçuk molekülünün uzun bir karbon atomları zincirinden oluşan bir omurgası bulunmasına bağlanabilir. Dört tek bağla bağlanan bir karbon atomu, bir dörtyüzlünün merkezindeymiş gibi davranır. Karbon atomları arasındaki birbirini izleyen bağlar, uç uca bağlanmış piramitlere benzer. Bu, uzun bir zincir oluşurken, her dörtyüzlünün, bağın oluştuğu noktadan rasgele kıvrılması anlamına gelir. Molekülün modeli, bir telin, uygun açıda rasgele bükülmesiyle yapılabilir. Yay biçiminde kendi üstüne sarılan tel, kauçuk molekülünün basınç altında nasıl biçim değiştirdiği ve yeniden ilk halini nasıl aldığı konusunda fikir verir.

Kullanım alanları: Günümüzde dünya kauçuk üretimi, yılda yaklaşık 3,5 milyon ton kadardır. Bunun % 90'dan çoğu, *kauçuk köpüğü* ve daldırma malzemenin yapımında kullanılan *kuru kauçuk* biçimindedir. Geri kalanıysa, yoğunlaştırılmış lateks halindedir.

Kauçuk tüketimi, karayolu ulaşımının gelişmesiyle büyük artış göstermiştir. Önce at arabaları ve bisikletler için dolgu lastikler ortaya çıkmış, Dunlop'un 1890 yılında pnömatik lastiği geliştirmesinden sonra da, havalı lastik, önce bisikletlere, daha sonra otomobillere, kamyonlara, uçaklara, traktörlere ve hafriyat makinalarına uygulanmıştır.

1920 yıllarında lastik sırtının direncinin, kauçuk-kükürt karışımına, vulkanize edilmeden önce, yani plastik haldeyken karbon tozu katılmasıyla artırılabileceği bulundu. Tanecik boyutları çok düzgün olan bu madde, doğal gaz ya da petrolün denetimli koşullarda, kısıtlı miktarda havayla yanması sırasında oluşuyordu. Öteki maddeler de kauçuğa, döner çelik değirmenler aracılığıyla bu aşamada katılıyordu. Bunlar arasında, vulkanize etme işlemini hızlandıracak, kauçuğun ömrünü uzatacak ya da fiziksel özelliklerini geliştirecek reçineler, katranlar, kil, boya maddeleri ve organik kauçuk maddeleri sayılabilir.

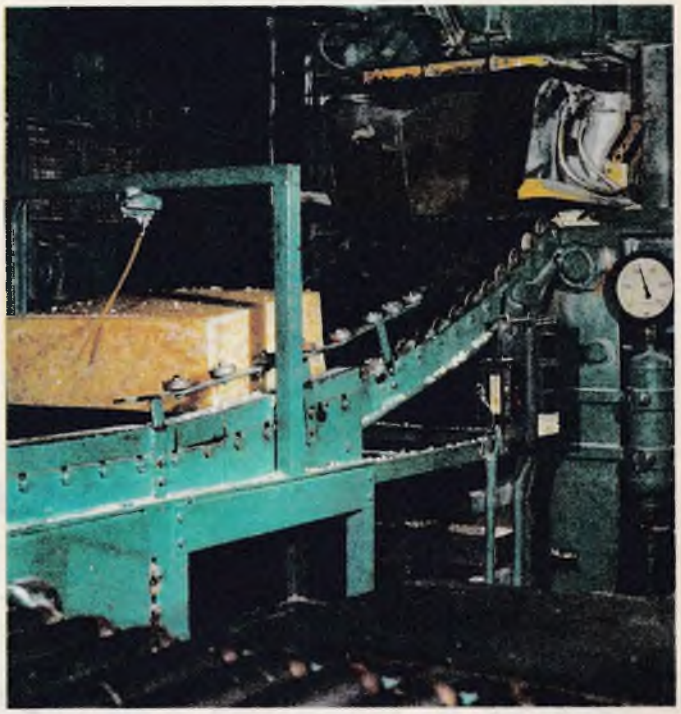
Kauçuk, taşıt lastiği endüstrisi dışında da çeşitli alanlarda yararlı olur: Su geçirmez giysiler; ayakkabılar; eldivenler; sıhhi eşyalar; vb. Ayrıca, hava geçirmeme özelliği nedeniyle, şişme yataklar, şişme botlar ve cankurtaran botları da kauçuktan yapılır. Elektriğe direnciyse, kabloların yalıtılmasında çok elverişli bir madde olmasına yolaçar.

Bu kullanım alanlarının çoğunda doğal kauçuğun yerini, sentetik kauçuk (Bk. KAUÇUK, SENTETİK) almıştır. Ancak, doğal kauçuk, daha dayanıklı olduğundan, hâlâ büyük kamyon ve hafriyat araçlarının tekerleklerinde yeğlenmektedir.

KAUÇUK, SENTETİK

Endüstri ölçeğinde sentetik kauçuk üretme yönünde ilk gereksinme, Birinci Dünya savaşında, Almanya gerekli kauçuğu dış dünyadan karşılayamaz duruma geldiğinde doğdu. Büyük kauçuk molekülünün, *izoprenin* [$CH_2=CH—C(CH_3)=CH_2$] polimerleşmesiyle (Bk. KAUÇUK, DOĞAL) elde edilebileceği bilindiğinden, sentetik kauçuk üretiminin temel tekniği açıktı. Ne var ki, izopren çok bol olmadığından, bireşimin doğrudan yapılması söz konusu olamazdı.

Almanya'da, asetilen adlı HİDROKARBON'dan kolayca bireşimlenebileceği için, polimerleşmeye sokulacak madde olarak *dimetil bütadien* [$CH_2=C(CH_3)-C(CH_3)=CH_2$] kullanıldı. Polimerleşme, maddenin 70° C'a kadar ısıtılmasıyla başlıyor ve süreç, 3-6 ay kadar sürüyordu. Böylece elde edilen ürün, doğal kauçuk kadar nitelikli değildi, ama binlerce ton üretildi ve dolgu



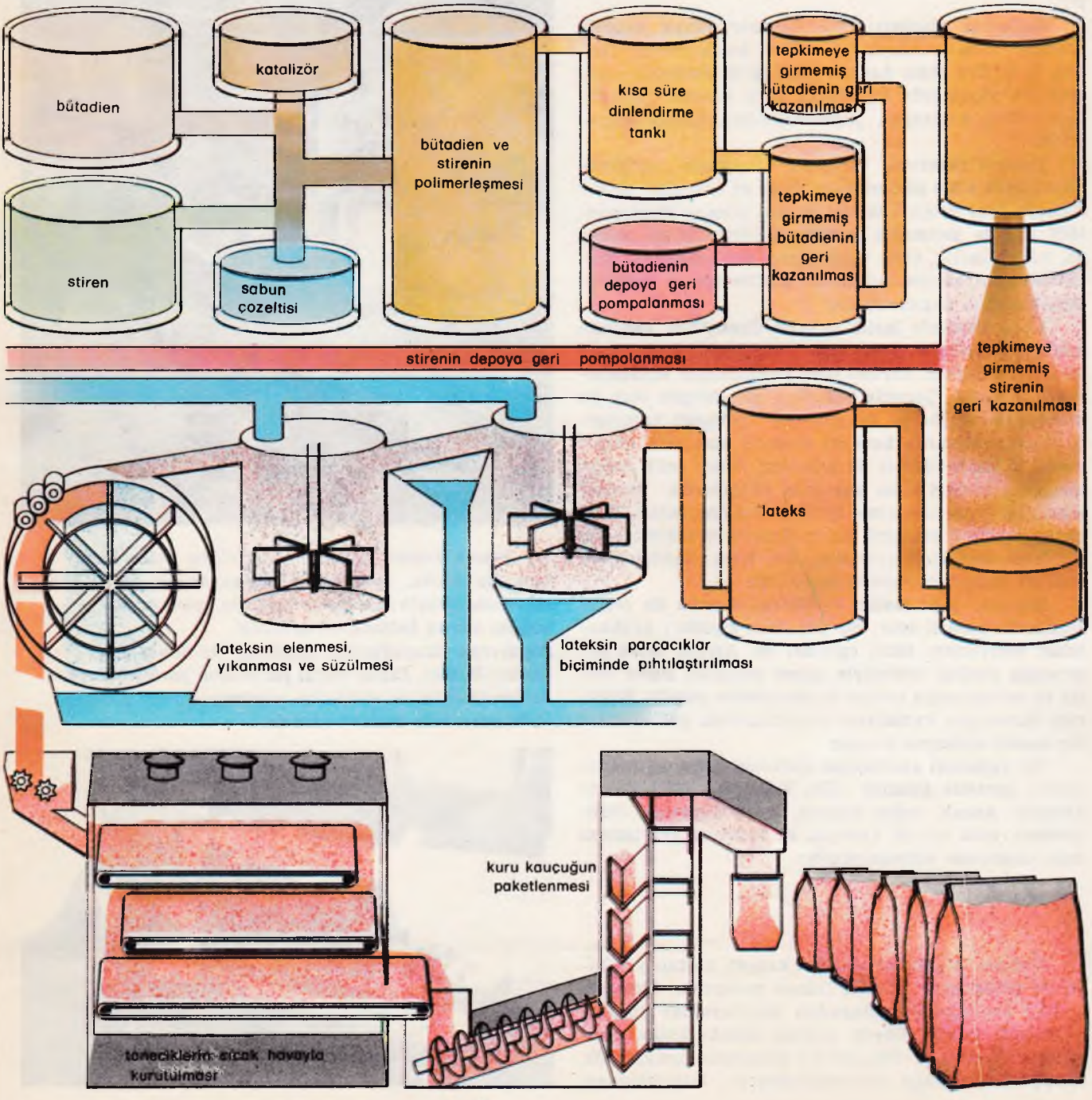
Bir Alman kimya tesisinde, üretimden gelen buna kauçuğu bloku. (üstte) İki dünya savaşı arasındaki dönemde geliştirilen buna kauçuğu, günümüzde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Poliüretan kauçuğundan yapılmış iki döner fırçı. (altta) Bunlar, küçük metal parçaların parlatılmasında kullanılmakta ve metalden yapılmış olanlara oranla daha uzun süre dayanmaktadır.

lastiklerde kullanıldı.

Savaştan sonra süreç, arı sodyumun KATALİZÖR olarak kullanılmasıyla geliştirildi. Bu hızlı süreçle yapılan kauçuğa, bütadienin ilk hecesi ile sodyumun latince «*natrium*» adından gelen kimyasal simgesi *(Na)* birleştirilerek, «*buna*» adı verildi. İki savaş arasındaki dönemde üretilen sentetik kauçuklar sınırlıydı. Bunların bir bölümü çözücülere, hayvansal ya da bitkisel yağlara dirençli, ötekiler de doğal kauçuğa göre daha yüksek ve düşük sıcaklıklara dayanıklıydı.

İkinci Dünya savaşı: İkinci Dünya savaşı başladığında, Almanya'nın sentetik kauçuk gereksinimi yeniden arttı. Bu dönemde yararlanılan üretim yöntemi, Birinci Dünya savaşında kullanılana oranla çok daha gelişmişti.

Stiren-bütadien kauçuğunun üretim çizimi. (altta) Ham lateks, bir sabun çözeltisi ve katalizör varlığında bütadien ve stirenin polimerleştirilmesiyle yapılır. Lateks pıhtılaştırılır, yıkanır, kurutulur ve polietilen filminden yapılmış 36 kg'lık torbalara doldurulur. Tepkimeye girmeden kalan bütadien ve stiren, toplanarak yeniden çevrime sokulur.



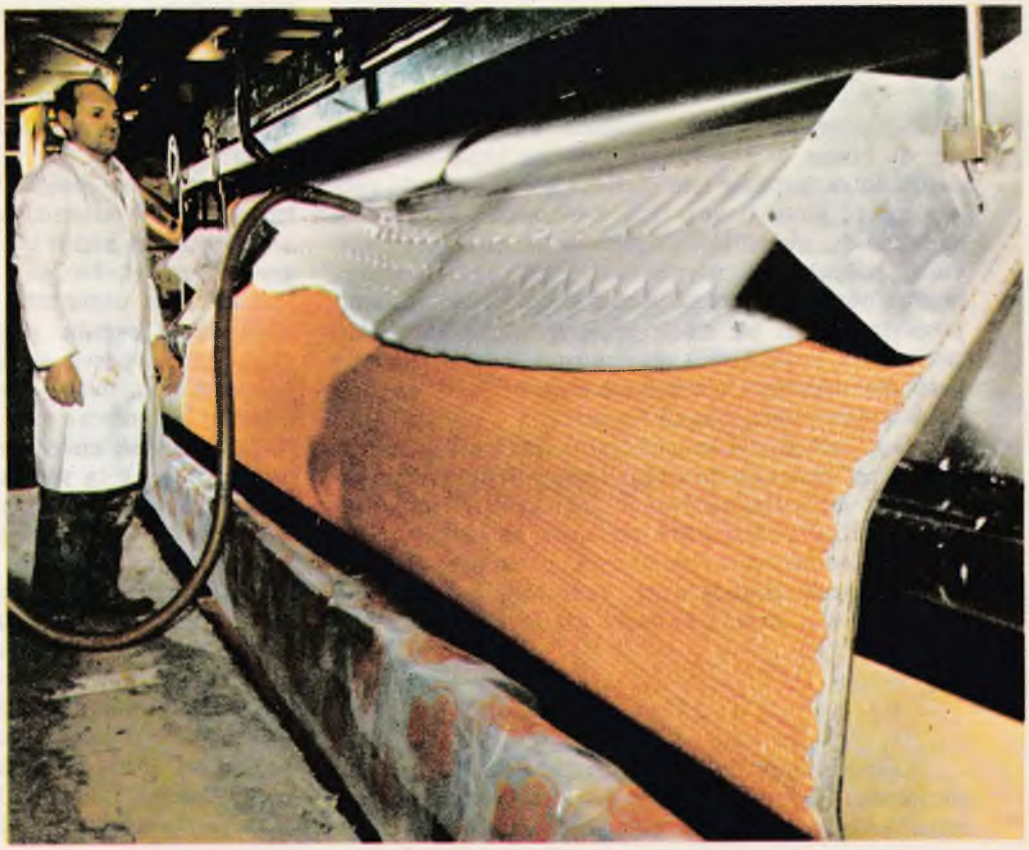
Polimerleşmeyi çözelti halindeyken gerçekleştirecek bir teknik geliştirilmişti. Başlıca bileşen, normal sıcaklıklarda gaz halinde bulunup, basınç altında kolayca sıvılaşan *bütadien*di ($CH_2=CH—CH=CH_2$). Bütadien yalnız başına yeterince büyük polimer molekülleri veremediğinden, molekül zincirine ikinci bir *monomer* olarak, AROMATİK BİLEŞİKLER'den *stiren* ($CH_2=CHC_6H_5$) katılıyordu.

Tepkime, sabunların katılmasıyla hızlandırılıyor ve genellikle, lityum tipi metallerin organik bileşikleri halinde katalizörler kullanılıyordu. 1941 yılının sonlarında Japonlar, Malaya ve Doğu Hint adalarını ele geçirince, bu kez Müttefikler doğal kauçuk kaynaklarından yoksun kaldılar. A.B.D'nde taşıt lastikleri için sentetik kauçuk üretme amacıyla bütadien-stiren sürecinin kullanıldığı büyük fabrikalar kuruldu.

İşe yarar bir ürün elde edilir edilmez süreç, savaşın geri kalan olağanüstü dönemi için standartlaştırıldı. Bütadienin petrol ya da alkolden (elde hangisi varsa), stirenin ise kömürden alındığı, büyük ölçekli bir üretim başladı. 1942'de ilk ürünler elde edilmeye başlandı. 1943'te ürünler, yaygın olarak kullanıldı. 1945 te üretim, yılda bir milyon tonluk bir hıza ulaşmıştı.

Kauçuk hortumlar için, hava sızdırmazlık bakımından doğal kauçuktan üstün olan bir sentetik kauçuk geliştirildi. «*Bütil sentetik*» adı verilen bu madde, petrolden elde edilen *izobütilen*in ($CH_2=C[CH_3]_2$) stirenle polimerleşmesi sonucu üretiliyordu. Günümüzde de, hortum üretiminde bu maddeden yararlanılmaktadır.

Modern sentetik kauçuk: Sentetik kauçukların üretimi, İkinci Dünya savaşından sonra da sürdü. Özel uygulamalar için gerekli özellikleri taşıyan yeni maddeler geliştirildi. Sözgelimi, yılın büyük bir bölümünde yağmur alan bölgelerde kullanılmak için, ıslak yollarda yüksek sürtünme kavrayışı olan kauçuklar geliştirildi.



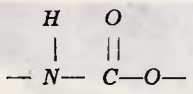
Bir DC 10 uçağı için sentetik kauçuktan yapılmış 77 300 litrelik yakıt deposu. (sağda üstte) Depo, yakıt kullanıldıkça daraldığından, yakıt sistemine hava girmesi önlenir.

Resimde (sağda), pıhtılaşmamış sentetik kauçuk lateksinin bir halının arkasına kaplanması görülmektedir.

Stiren-bütadien kauçuğunun üretiminde kullanılan yaygın bir yöntemde, bütadien ile stiren, önce bir katalizör ve bir sabun çözeltisiyle karıştırılır. Ardından, bir polimerleştirme kazanına verilir. Tepkime tamamlandığında ürün, kullanılmayan bütadien ve stirenden arındırılmak için işlem görür ve sentetik lateks, depolama tankına geçirilir. Sonra lateks, pıhtılaştırılır ve ortaya çıkan parçacıklar sıcak havalı kurutucularda kurutulur. Kuru kauçuk, polietilen torbalar içinde, 36 kg'lık balyalar halinde paketlenir.

Yeni sentetik kauçuklar arasında, terebentinden daha ucuz kaynaklardan elde edilen ve doğal kauçuğun tam bir kopyası olan, izopren sentetik kauçuğu vardır. Ancak izopren molekülünün yapısı üç boyutludur ve tıpkı bir çift eldiven gibi, biri ötekinin aynadaki görüntüsü olan iki molekül biçimi ortaya çıkarır. Doğal kauçukta aşağı yukarı bütün moleküller tek tiptir. Sağ ve sol moleküllerin eşit oranda bulunduğu sentetik kauçuk, bu nedenle doğal üründen biraz farklıdır.

En önemli modern sentetik kauçuklardan biri olan *neopren, kloropren*den *($CH_2=CH—CCl=CH_2$)* türetilir. Besin endüstrisinde kullanılan taşıyıcı bantlar, bitkisel yağlara ve makina yağlarına büyük direnç gösteren bu maddeden yapılır. Ayrıca, maden ocaklarında kullanılan taşıyıcı bantlarda da ateşe dayanıklılık gösterdiği anlaşılmıştır. *Akrilonitril kauçuk*, akrilonitrilin *($CH_2=CHCN$)* bütadienle polimerleştirilmesiyle yapılır. Bunun da bitkisel yağlara ve organik çözücülere karşı direnci vardır. *Poliüretan kauçuklar*,



bağı içerirler ve yüksek mekanik kuvvet gerektiren kauçuk öğeler ile çok yüksek yükleme kapasitesi olan küçük dolgu lastikler için dirençli sırt yapımında kullanılırlar. Mobilya ve yataklarda bulunan köpüklü malzeme de, genellikle, poliüretan kauçuktan yapılır. *Silisli kauçuklar*da, normal kauçuğun karbon omurgasının yerini, art arda dizilmiş silis ve oksijen atomlarından oluşan bir zincir almıştır. Silisli kauçuklar, çok yüksek sıcaklıkların söz konusu olduğu yerlerde ve ozon gibi aşındırıcı kimyasal maddelere karşı direncin gerekli olduğu durumlarda kullanılır.

Taşıt lastiği gibi kauçuk ürünlerin dokuma ve metal öğeleri, kauçukların doğal yapışkanlığından yararlanılarak bir araya getirilir. Vulkanize edilmemiş ürüne, bir kalıba yerleştirildikten sonra, ısı ve basınç uygulanır. Isıtma sırasında kauçuk yumuşayarak, kalıbı dolduracak biçimde akar; aynı anda, kükürt kauçukla birleşip, kalıcı bir biçim alan vulkanize olmuş ürünü verir.

KAYNAK

Kaynak, maddeleri birleştirmede kullanılan bir yöntemdir. Kaynakla birleştirilen maddeler genellikle metallerdir; ama yöntem, plastik gibi başka bazı maddelere de uygulanabilir. Kaynak, demir şeritlerin ısıtılıp, birlikte dövülerek birleştirildiği eski kılıç yapım yönteminden gelişerek, metalürji, fizik, kimya, elektronik ve kuvantum mekaniğini (son yıllarda) de içeren bir teknik haline gelmiştir.

Kaynakların çoğu, birleştirilen parçaların bağlantı bölgesinde *erime*leriyle sağlanır. Herhangi bir dolgu metali kullanılmadan yapılan kaynaklara, «*kendinden erimeli*» (otojen) denir. Günümüzde kaynaklar, genellikle bir dolgu metaliyle yapılmaktadır. Bununla birlikte, bazı yeni yöntemlerde, kendinden erimeli kaynak da kullanılmaktadır. Ayrıca, eritmeden çok basınç ya da hem basınç, hem eritme uygulanarak yapılan kaynaklar da vardır.

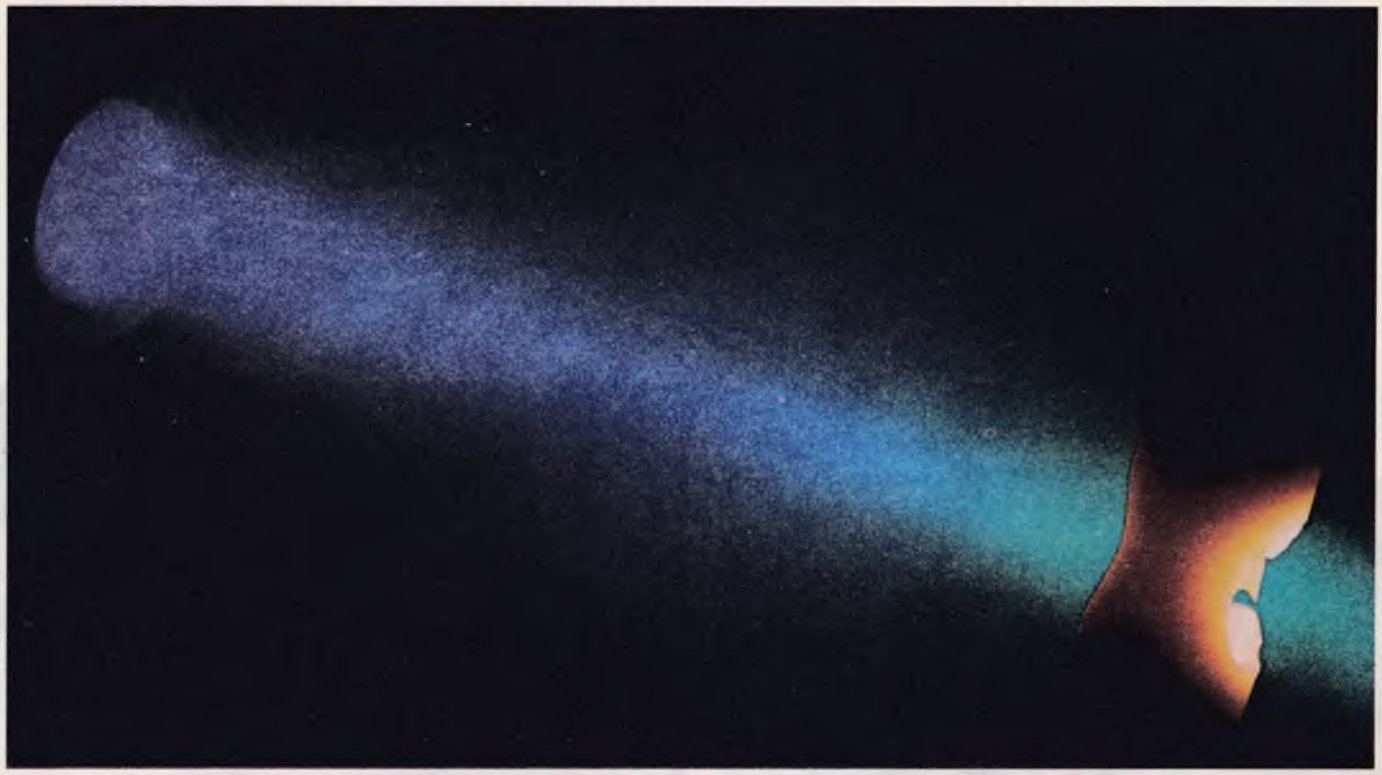
Eritme kaynağı yapımında en önemli öğe ısı kaynağıdır. Bu amaçla, bir oksiasetilen hamlacı ya da bir elektrik arkı kullanılabilir.

Gaz kaynağı: Oksiasetilen ve benzeri kaynaklarda, gerekli sıcaklık, asetilen ya da benzeri bir gaz oksijenle yakılarak elde edilir. İki gaz da tüplerden alınıp, düzgün bir akış sağlayan borularla hamlaca aktarılır. Böylece oluşturulan alevin sıcaklığı, yaklaşık 3 000°C'tır. Bu sıcaklık, bazı çelik türlerini eritmeye yeterlidir.

Ark kaynağı: Kaynak hamlacının içindeki bir elektrot ile kaynatılacak parça arasında, bir ark oluşturulur. Elektrot genellikle negatif yüklüdür; bu nedenle elektronlar, kaynatılacak parçaya (anot) doğru akarlar. Ark içinde 15 000 — 20 000°C'ı bulan bir ısı oluşur. Bu ısının çoğu, anotta ortaya çıkar. Ark genellikle, metalin yanmasını önlemek için, argonlu bir ortamda oluşturulur; bu yüzden yönteme, «*argon arkı kaynağı*» adı verilir. Söz konusu yöntemin birçok değişik biçimi vardır. Bunlar arasında tel besleme, akım sağlama ve yüksek sıcaklık arkları gibi teknikler sayılabilir.

Kaynağı bir dolgu metaliyle doldurmak için *tel besleme*den yararlanıldığında, argon arkındaki tungsten elektrotun yerini bir tel alır. Telin hızla eritilmesi gerekir. Bu yüzden, ark ısısının çoğunu telin alması için kutuplar değiştirilir. Metal erir ve arkın akımına bağlı olarak değişik yollardan kaynatılacak parçaya akar. Akım yüksek olduğunda (sözgelimi 30 amper) damlacıkların, telin ucundan kaynatılacak parçaya geçişini hızlandıran çok güçlü MAGNETOHİDRODİNAMİK türden kuvvetler ortaya çıkar. Bu durumda, birkaç yüz g'ye (g yerçekimi ivmesidir = 9,81 m/san^2) kadar ivmeler görüldüğünden, yerçekimine karşı (sözgelimi parçaların alt yüzeylerinde) da kaynak yapmak olanaklıdır.

Ark kaynağı türleri arasında en yaygın olanı, elle yapılan metal ark kaynağıdır. Adından da anlaşılacağı gibi bu işlem, elle yapılır ve metal, kaynak yapılan parçaya aktarılır. Elektrot olarak bir metal çubuk kullanılır. Dolgu teli görevi yapan bu çubuk, bir *eritici kılıf*la sarılmıştır. Bir kıskaçla tutturulan çubuk, güç kaynağına (alternatif akım ya da doğru akım) bağlanır. Kaynakçı, çubuğu bir an için kaynatılacak parçaya değdirerek arkın oluşmasını sağlar. Eritici kılıf,



3,8 cm kalınlığındaki paslanmaz çelik borunun 25 kW'lık bir elektron demetiyle eritilmesi. (üstte) Demet, bir elektron tabancası ve odaklama sistemiyle (katot ışını tüpünün benzeri) üretilmiş ve odaklanmıştır. Bu kaynak vakumda yapılmaktadır.

alternatif akım kullanıldığında hem iyonlaştırıcı görevi yaparak her yarım çevrimde bir arkın yeniden tutuşturulmasına yardımcı olur, hem de oksitler ile nitrürlerin bozucu etkilerini engelleyen bir koruyucu işlevi görür. Son yıllarda eritici kılıftan, kaynak metalinin biçim ve özelliklerini etkilemede de yararlanılmaktadır.

Plazma kaynağı: Plazma kaynağı,argon arkı kaynağının geliştirilmiş bir biçimidir: Bunda da yanmayan tungsten elektrot kullanılır ve hamlaç içinde akan koruyucu bir asal gaz bulunur. Plazma kaynağında, elektrodun hemen altında dar bir meme vardır. Bu meme, arkı büzerek sıcaklığını artırıp, gaz akışını hızlandırır. Plazma kaynağında kullanılan güç (10 kW dolayında), argon ark kaynağında kullanılandan (1 kW) çok daha yüksek olduğundan, kaynatılacak parça üstündeki etki çok daha şiddetli olur. Ark ile gaz basıncı, 1,25 cm kalınlığındaki çeliği delecek kadar kuvvetlidir. Kaynatılacak parça hamlaca göre hareket ettirilirse, aynı anda iki yandan erimiş metalle doldurulur. Bu yolla kaynağın, tam olarak parçanın içine işlemesi sağlanır.

Elektron kaynağı: Elektron kaynağı, arksız, çok yüksek güç yoğunluğu olan ve delik tekniği kullanılan bir yöntemdir. Elektron demeti, anoda göre çok düşük potansiyelde bir katottan yayılan elektronlardan elde edilir. Bütün sistem 10^{-5} mm civa basıncına eşdeğer VAKUM'da tutulan bir kapalı kap içine alınır. Elektronlar, çok büyük bir hızla anoda doğru hareket ederler. Anot üstündeki bir delik, elektronların geçmesine olanak verir. Daha sonra elektron demeti, bir elektrostatik ya da elektromagnetik «mercek» yoluyla, KATOT IŞINI TÜPÜ'ndekine benzer biçimde odaklanır.

Bu elektron tabancalarında çok ince demetler elde edilebilir (0,1 — 0,5 mm çapında). Kullanılan güç genellikle 10 kW dolayındadır, ama bazı düzenekler, 100 kW'a kadar güçle çalışırlar. Bu yöntemle yaratılan delik etkisi, öteki yöntemlerle elde edilenlerden çok üstündür. Yumuşak çelikte 200 mm kalınlıkta kaynak yapımı gerçekleştirilmiştir. Bu, başka delik kaynağı yöntemleriyle elde edilemeyecek bir derinliktir. Elektron kaynağının tek sakıncası, işlemi vakum odasında yürütme zorunluğudur.

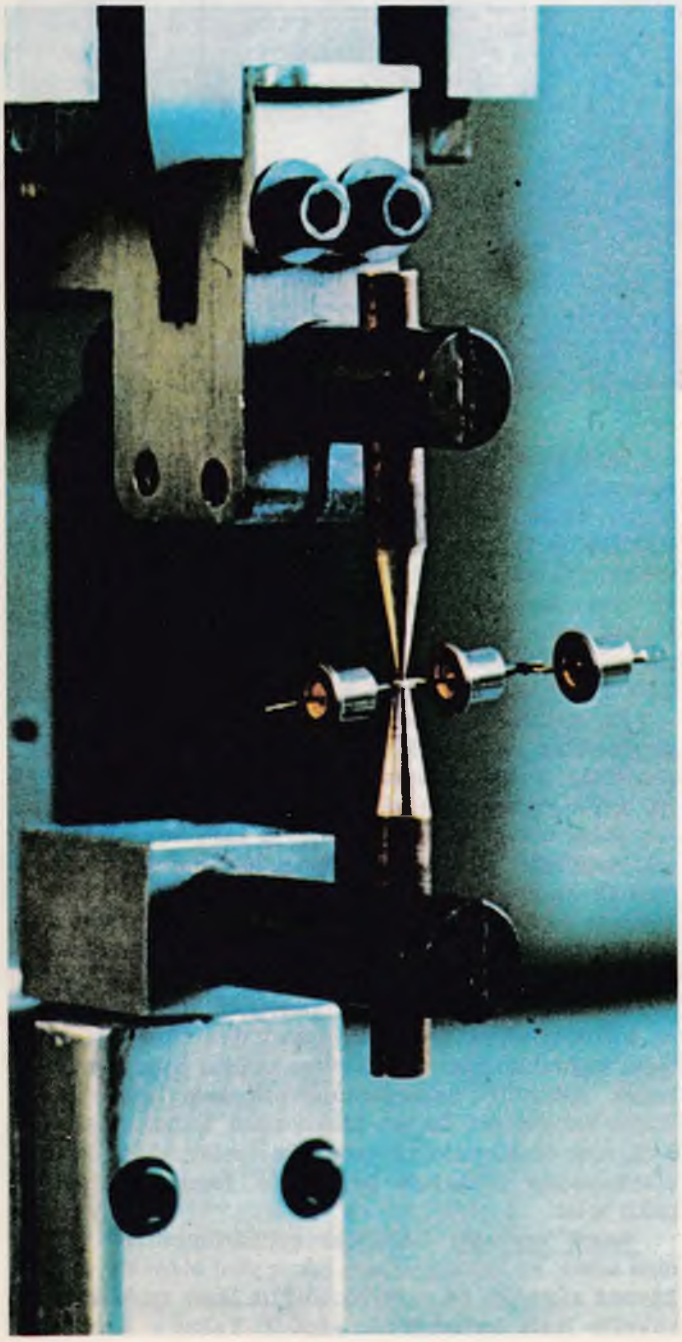
Elektron kaynakları, derinliklerinin yanı sıra, dar da olduklarından, genişliğin derinlikten fazla olduğu öteki kaynaklardaki gibi eğrilme olmaz. Sistemin bir başka üstünlüğü de menzilinin çok uzun olmasıdır. Başka bir deyişle, demet, tabancadan 1 metre kadar uzaklıkta odaklanabilmektedir. Bu özellik, daha önce ulaşılamayan noktalara da kaynak yapılmasını olanaklı kılar.

Lazer kaynağı: LAZER'in geliştirilmesinden hemen sonra, bu buluşla ortaya çıkan yeni olanaklardan, kaynak alanında da yararlanıldı. İlk lazer kaynakları, yakutlu lazer kullanılarak yapıldı. Yakutlu lazerler,

694,3 nm (nm, 10^{-9} m'ye karşılık olan *nanometre*dir) dalgaboyundaki ELEKTROMAGNETİK IŞINIM yayarlar. Böylece, 10'un katları değerinde megawattlık güce erişebilen bir kırmızı ışık paketi oluşur. Bu yüksek güçlerde, atım süresi son derece kısadır (yalnızca birkaç mikrosaniye kadar). Yakutlu lazerler, küçük parçalara kaynak yapılmasında kullanılır. Özellikle, gerekli ısının düşük olduğu mikrominyatür parçalara kaynak yapılmasında lazerden yararlanılır. Demetin bir camdan geçerek, havası boşaltılmış bir kanala so-

Kondansatör boşalmalı direnç kaynak aygıtıyla elektronik parçaların kaynatılması. (altta) Bu aygıtta ısı etkileri düşük tutulur. Enerji, bir kondansatörde depolanır ve herhangi bir soğutma sistemine gerek kalmadan, saniyenin binde biri gibi bir zaman aralığında boşalır.

Büzülmemiş bir argon arkı. (altta) Bir asal gaz olan argon, yükseltgenmeyi önler. Anotta daha çok ısı oluştuğu için, parça, genellikle artı kutba bağlanır. Bu aynı zamanda elektrot tüketimini de önler. Dolgu metali gerektiğinde, kutuplar değiştirilir.



kulduğu laboratuvar uygulamalarında da, bu yöntem kullanılır. Görülebilir ışık üreten bir lazerde, böyle bir işlem oldukça yalındır. Demet, cam yüzey üstünde odaklaşmadığı sürece, parçalara cam kap içinde kaynak yapmak olanaklıdır.

Son yıllarda çok güçlü bir başka lazer türü daha geliştirilmiştir. Bu, sürekli ışınım demeti üreten karbon dioksit lazeridir. Karbon dioksit lazeri, gücü 20 kW'ı bulan, 10,6 mikron ($10{,}6 \times 10^{-6}$ m) dalgaboyunda demet verir. Bu gücün sürekli olarak üretilmesi, ancak özel bir tür lazerle gerçekleştirilebilir. Lazerlerin verimi, yalnızca % 10 dolayında olduğu için, çok büyük güç kaynakları gereklidir. Ayrıca, işlemin sürekliliği için, karbon dioksit (helyum ve azotla karışık) gazının soğuk tutulması ve gaz boşalmasının çok hızlı olduğu gaz odasından geçirilmesi gerekir. Bu işlemler büyük pompalar ve ısı değiştiricileriyle gerçekleştirilir.

Söz konusu düzenek, hem çok pahalıdır, hem de

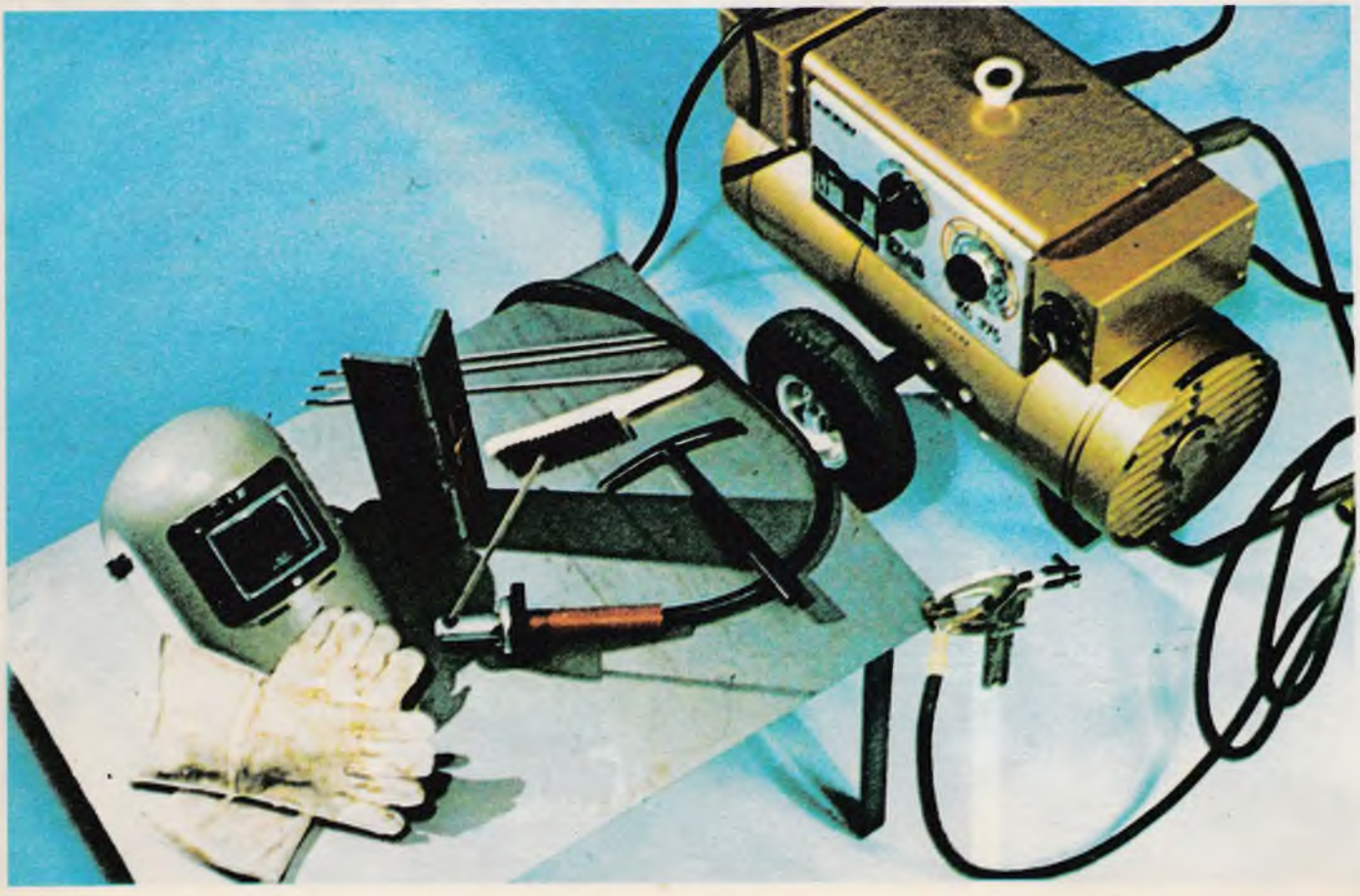
Direnç nokta (punta) kaynağı, otomobil üretiminde yaygın olarak kullanılır. (altta) Teması artırmak için basınç uygulanır.

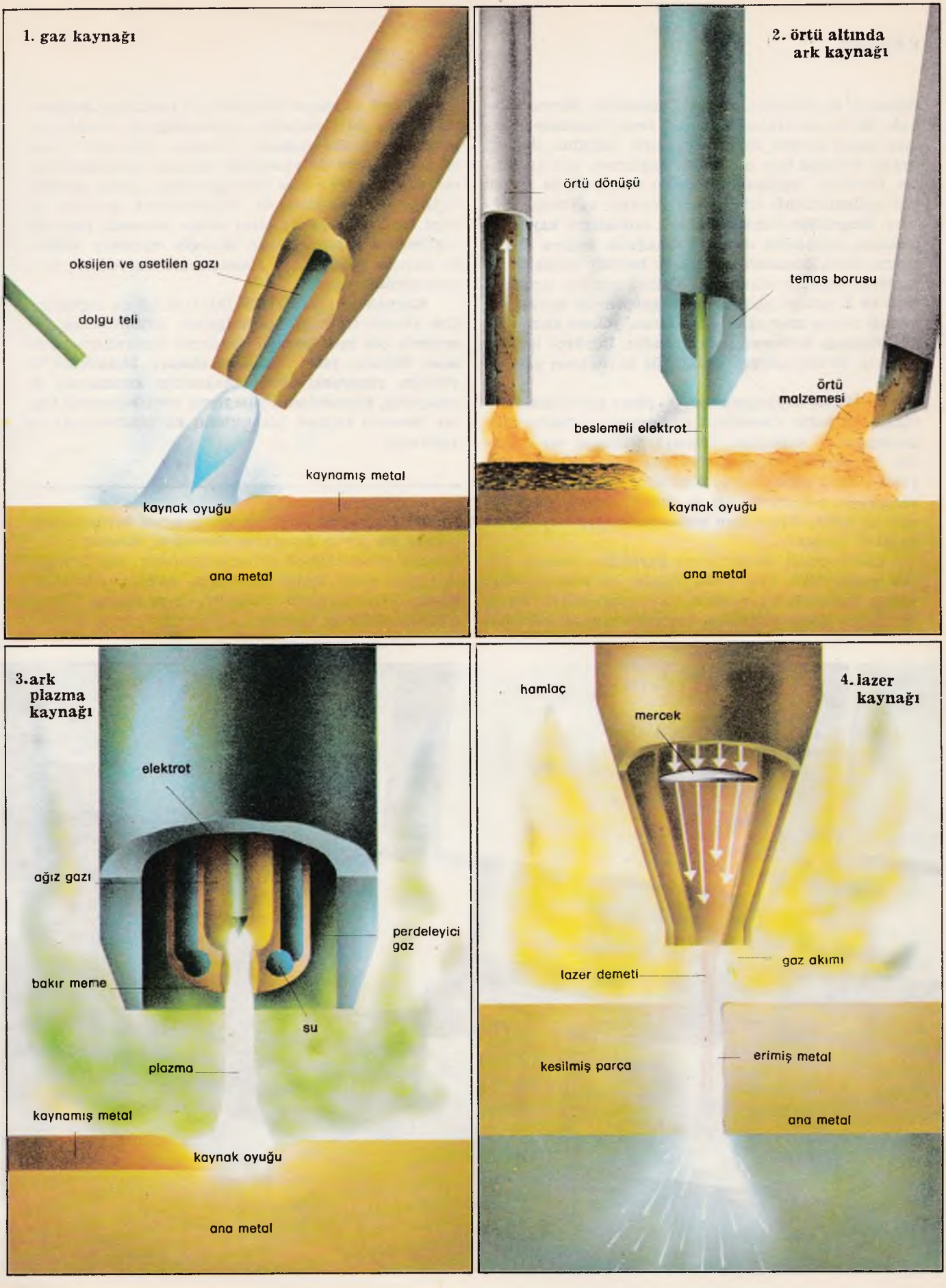
yayılan ışık (ya da daha doğru bir deyişle, elektromagnetik ışınım), dalgaboyu kızılötesi türde olduğundan, görünmez. Bir başka sorun da, bu dalgaboyunda, kaynak yapılacak metallerin tıpkı ayna gibi demeti yansıtmasıdır. Ama, yüksek güçler kullanıldığında, yansıtma sorununun aşılabildiği ve metal yüzeyinin buharlaşmaya başladığı görülmüştür. Buharlaşmayla yansıma azaldığından, demet metale ulaşır. Demetin görünmez olmasının ortaya çıkardığı sorunsa, ana demet üstüne bir iz lazer demeti (tayfın kırmızı bölümünde, 632,8 nm dalgaboyunda, düşük enerjili, sürekli helyum-neon lazer demeti) düşürülerek ortadan kaldırılabilir. Uygulamada ilk nişanlama optik olarak, bir dizi optik aygıt aracılığıyla yapılır. Daha sonra sistem, elle ya da bilgisayarla denetlenebilir. Demet kızılaltı bölümde olduğu için, geçtiği bölümlerde geleneksel optik aygıtlar kullanılamaz. Pencereleri ya tuz ya da (daha karmaşık işlemlerde) germanyum ve galyum arsenürlerinden yapılır. Uygun yerlerde de su soğutmalı aynalar (bakırdan yapılma) kullanılır.

Karbon dioksit lazerlerinden günümüzde, çeşitli üretim dallarında yararlanılmaktadır. Gelecekteyse, bir nükleer reaktörün iç bölümlerindeki kaynak işleri gibi, günümüzde olanaksız sayılan kaynakların gerçekleştirilmesinde kullanılacakları sanılmaktadır. Bir kol aracılığıyla odaklayıcı aynanın istenen noktaya yerleştirilmesiyle, lazer, yüzlerce metre ileri etki ettirilebilir. Bu lazerlerle 12,5 mm kalınlığında çelik, dakikada 1,25 m'lik hızla kaynatılabilir. Kaynak noktası 5 — 7,5 mm kalınlığında olur ve bütün sistem, kullananı lazer ışınımı kaçaklarından koruyacak biçimde yapılır.

Basınç kaynağı: Yalnızca eritmeyle yapılan kaynaklar dışındaki birçok kaynak, basınç kaynağıdır.

Çeşitli kaynaklar. (sağda)
1. Gaz (oksi-asetilen) kaynağı:
Isı, uygun bir oksijen-asetilen karışımının yanmasından elde edilir. Dolgu teli, erimiş oyuğa doldurulur. Gerektiğinde bir eritici kılıf kullanılır.
2. Örtü altında ark kaynağı:
Kaynak arkı, bir örtü altındadır.
3. Ark plazma kaynağı:
Gaz, arkı çevreleyen ve böylece hız ve sıcaklığı artıran daraltılmış bir memeden gelir. Plazma akımının enini daraltmak için bir perdeleyici gaz gereklidir.
4. Lazer kaynağı:
Yoğunlaştırılmış bir ışık demetiyle oluşturulan ısıya dayanır. Kaynatma (birleştirme) için argon, kesme içinse oksijenli bir ortam kullanılır.
Elle ark kaynağı gereçleri. (altta) Güç kaynağı (resmin sağ üst köşesinde) elektrodun boyutuna göre, 500 ampere kadar güç sağlar. Elektrodun türüne göre ya alternatif ya da doğru akım kullanılır.




1. gaz kaynağı
oksijen ve asetilen gazı
dolgu teli
kaynamış metal
kaynak oyuğu
ana metal
2. örtü altında ark kaynağı
örtü dönüşü
temas borusu
örtü malzemesi
beslemeli elektrot
kaynak oyuğu
ana metal
3. ark plazma kaynağı
elektrot
ağız gazı
perdeleyici gaz
bakır meme
su
plazma
kaynamış metal
kaynak oyuğu
ana metal
4. lazer kaynağı
hamlaç
mercek
gaz akımı
lazer demeti
kesilmiş parça
erimiş metal
ana metal

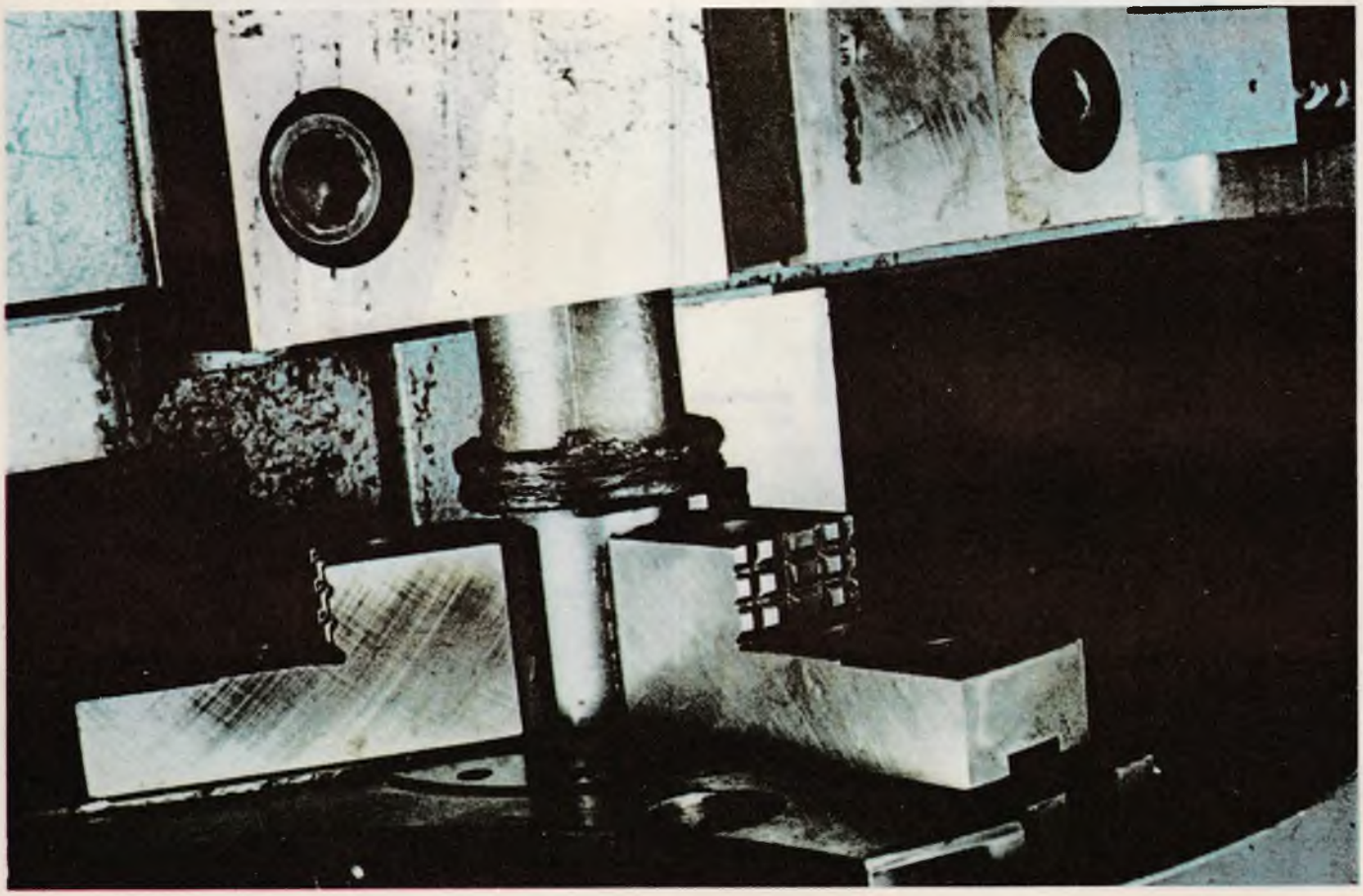
Bunların en önemlisi, *direnç kaynağı*dır. Direnç kaynağı, iki madde arasında yeralan temas noktasında ortaya çıkan akımın doğurduğu ısıyla sağlanır. Basınç, uygun yerlerde tam bir değme sağlamak için uygulanır. Bu türde, herhangi bir dolgu metali ya da örtücü gaz kullanılmadığı için, kendi kendine kaynama sağlanır. Genellikle yalnızca dağınık noktaların kaynatılmasında kullanılan direnç kaynağının başlıca uygulanma alanı, otomobil üretimi ve benzeri otomatik işlemlerin yapıldığı alanlardır. Yüksek gerilim, lazer demeti ve X ışınları gibi tehlikeli öğelerin söz konusu olmadığı direnç kaynağında tek sorun, yüksek akımlı bir güç kaynağı kullanma zorunluğudur. Büyükçe bir düzenekte, 50 000 ampere kadar güç kaynakları gerekebilir.

*Sürtünme kaynağı*nda ısı, iki yüzey arasındaki sürtünmeden doğar. Genellikle, iki borunun birbirine kaynatılmasında kullanılır. Tornaya benzeyen bir tezgâhın iki yanına, kaynatılacak parçalar bağlanır. Biri yüksek hızla döndürülüp, ikincisine bastırılır. Bu sürtünmeden, çok büyük bir ısı doğar. Önceden belirlenen bir anda, ikinci boru serbest dönmeye bırakılır ve bağlantı oluşur.

Şok kaynağı da sürtünme kaynağına benzer. Ancak bunda işlem biraz daha hızlıdır. Isı, sıkıştırmadan doğan mekanik kuvvetlerin sonucudur. Sürtünme ve şok kaynaklarıyla oldukça başarılı sonuçlar alınmaktadır. *Sıcak dövme*de (demircilerce kullanılan geleneksel işlem), çekiç vuruşları uygulandığında, madde yumuşamış bir durumdadır. Vuruşlar, hem biraz daha ısı sağlar, hem de yüzeydeki oksitleri gidermeye yarar. Böylece, iki yüzey birbirine temiz olarak kaynar. *Difüzyon kaynağı*nda da, birleştirilecek parçalar ya iyice temizlenir ya da biraz ısıtılır. Kaynak, parçalar eritilmeden yapılır. Uygun basınçta maddeler birbirine yayınır ve kaynak, atomlararası kuvvetlerle gerçekleştirilmiş olur.

Kaynak için SESÖTESİ DALGALAR da kullanılır. Çok yüksek frekanslı ses dalgaları, birleştirilecek yüzeylerde çok hızlı, paralel sürtünme hareketlerine yolaçar. Böylece, yerel ısınmalar oluşur. Metallerde bu yöntem, yüzeydeki oksit tabakasının kırılmasına da yolaçarak, kaynatılacak yüzeylerin temizlenmesini sağlar. Sesötesi kaynak, plastiklerin kaynatılmasında da kullanılır.

Silindir biçimli iki parçanın sürtünmeyle kaynatılması. (altta) Bir parça hareketsiz dururken, ikincisi tornada döndürülerek birinciye bastırılır, sürtünmeyle ısı ortaya çıkar. Uygun sıcaklıkta, hareketsiz tutulan parça serbest bırakılır. Yüzeyler, ısı ve basınç etkisiyle birbirine kaynar.



KAZIBİLİM TEKNİKLERİ Bk. ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ

KEÇE ÜRETİMİ

Keçe, en eski kumaş türlerinden biridir. İlk yünlü kumaşın, Orta Asya ve Moğolistan'da göçebe aşiretler tarafından üretilen bir keçe türü olduğu sanılmaktadır. Romalılar ve Yunanlılar tarafından çok kullanılan keçe, günümüzde de giyimden, endüstrinin bazı özel dallarına kadar birçok uygulama alanı bulmaktadır.

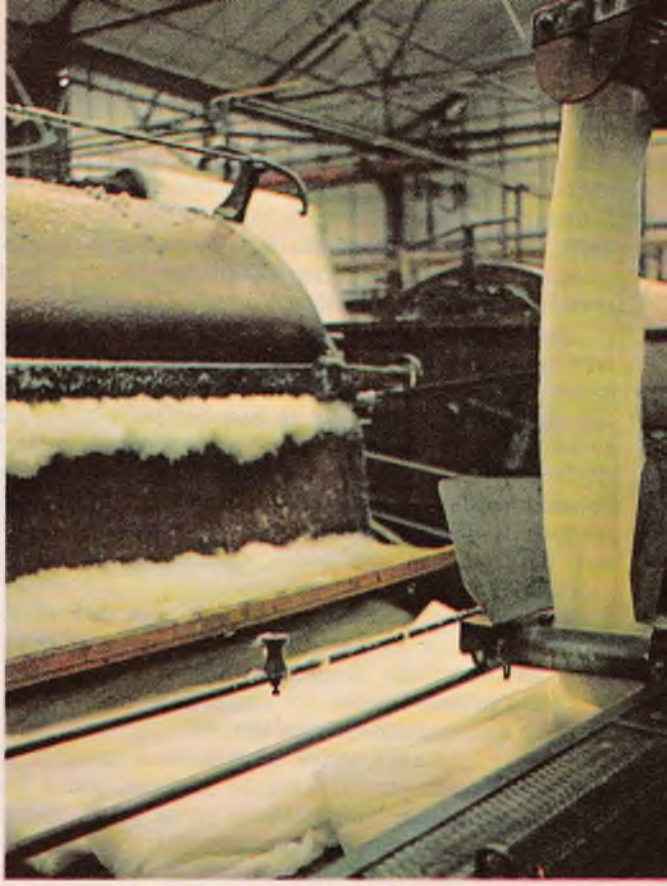
Keçe yapımında yün, pamuk, jüt, tüy, asbest gibi doğal ürünlerin yanı sıra, reyon, naylon ve CAM ELYAFI gibi yapay ürünler de kullanılır. Bu keçelerin üretiminde uygulanan son işlemler, kullanılan maddelere ve keçenin türüne göre değişir, ama başlangıç işlemleri aşağı yukarı her zaman aynıdır. Aşağıda, «*gevşek keçeler*» ve «*zımbalı keçeler*» diye iki grupta toplanan, döşeme ve yalıtma amacıyla kullanılan keçelerin üretimi anlatılmaktadır. Bu yöntemler, öteki keçe üretimleri için de geçerlidir.

Gevşek keçeler, şilte ve yastıklarda kullanılır. Zımbalı keçelerden ise, halı tabanlarının ve şilte içinde yeralan yayların kaplanmasında yararlanılır. Zımbalı keçeler, ayrıca, tabaka halinde su depolarının yalıtımında, şerit ve boru halinde de boruların yalıtımında kullanılır.

Liflere ayırma: Hammaddeler önce, istenilen keçe türünü verecek oranlarda karıştırılır. Halı ve jüt endüstrisinin artık iplikleri taban yapımında, dokumacılıktan artan iplikler de gevşek keçe üretiminde kullanılır. Bu artıklar, işlenmeye hazır, ayrı ayrı liflerden oluşan yumuşak bir durum alıncaya kadar işlemden geçirilir.

Liflere ayırma işlemi, karışık durumdaki artık ve ipliklerin, üstünde çelikten yapılmış binlerce iğne bulunan ve hızla dönen bir silindire verilmesiyle yapılır. Yüksek hızla taranan lifler, birbirinden ayrılarak, istenilen kalınlıkta tabaka üretimine hazır hale getirilir. Tabaka üretimi iki biçimde gerçekleştirilir: *Taranmış* ya da *yönlendirilmiş lif tabakası oluşturma; gelişigüzel* ya da *yığma tabakalama.*

Tarama: Tarama işlemi, bir ya da birkaç silindir ile bunların çevresinde yeralıp, yön verme amacıyla farklı doğrultularda dönen merdanelerden oluşan ve mekanik bir tarak gibi çalışan bir aygıtla yapılır. Silindirlerin ve merdanelerin üstünde, kenarı testere dişine benzeyen bir tel bulunur. Silindirler ile merdanelerin arasına verilen lifler, paralel liflerden oluşan



Bir araya gelerek keçeyi oluşturan tabakaları ortaya çıkaran tarama makinasının bir bölümü. (sağda üstte)

Tabakalar, birleştikten sonra, öteki işlemler için top halinde sarılır. (sağda altta)

ince bir tabaka halini alırlar. Bu liflerin mekanik mukavemeti, liflerin yönlendirildiği doğrultuda en yüksektir. Tabakalar, liflerin dizilme doğrultusu, biri ötekini dik açıyla kesecek biçimde üst üste yerleştirilir. Böylece sağlanan güçlü yapı, sıkıştırıcı merdanelerin arasından geçirilir ve zımbalanmaya hazır, gevşek, yığma malzeme elde edilir.

Gelişigüzel tabakalama: Liflere ayırma makinasına benzeyen bir aygıtla yapılan bu işlemde lifler iyice ayrılır. Ana merdanelerin üstünde yeralan emme bölümü, lifleri silindirden alır ve hızı değiştirilebilen, yürüyen bir bant üstüne, kar yağıyormuşcasına bırakır. Böylece, istenen kalınlıkta tabakalar elde edilir. Kalıplama merdanelerinin arasından geçen tabaka, yönlendirilmiş keçenin tersine, her doğrultuda mukavemeti aynı olan ve birbirinden ayrılmayan düzgün bir yapı niteliğini kazanır.

Zımbalama: Söz konusu yöntemlerle elde edilen keçeler, mekanik yönden çok dayanıklı değildir ve kolayca parçalanabilir. Keçe, bazı liflerin aşağı kıvrılarak, öteki liflerin içinden 90° açıyla geçirilmesiyle, daha güçlü ve dayanıklı bir yapı kazanır.

Bu amaçla keçe, iğneli tezgâhlardan geçirilir. İğneli tezgâh, her birinin üstünde yüzlerce, hattâ binlerce iğne bulunan, kontrplaktan ya da çeşitli alaşımlardan yapılmış levhalarla donatılmıştır.

Keçe, gevşek dokunmuş bir kumaştan yapılmış taşıyıcı düzlem üstüne yerleştirildikten sonra, delikli iki çelik levha arasından geçirilir. Levhalardaki deliklerden geçen iğneler, keçe tabakasını deldikten sonra geri çekilerek, delinmemiş bölgenin levhaların arasına gelmesini beklerler.

Tezgâhın hızı, giriş ve çıkıştaki ruloların hızı değiştirilerek ayarlanır. İğnelerin delip geri çekilme işlemini tamamlamaları için, keçenin yürümesi, aralıklı olarak durdurulur.

Bu yöntemle yatak ve döşemecilikte kullanılmaya elverişli keçeler yapılır; ama halı tabanlarına kaplanan keçelerin, çok daha ağır mekanik aşınmalara dayanması gerekir. Bu yüzden ilmek kopmasını ve ayrılmaları önlemek için, lifler, hem birbirlerine, hem de polipropilenden yapılan taban tabakasına bağlanır. Böylece, mekanik dayanıklılık artırılır.

Halıların tabanındaki bu tabakanın esnekliği, zımbalama sayısı, kullanılan iğnelerin kalınlığı ve tabakanın tezgâhtan geçiş hızı gibi özellikler değiştirilerek ayarlanabilir. Son aşamada, kenarlar döner bıçaklarla düzeltilir ve keçe, istenilen boy ve genişlikte kesilir.

Öteki keçe türleri: Tarama ve gelişigüzel tabakalama işlemlerinden sonra tabakalar, değişik işlemlerle, çeşitli türde keçelere dönüştürülebilir. Bu işlemler arasında, nemlendirme, buhardan geçirme, merdaneleme, sabun ya da asit çözeltisiyle işlemden geçirme ve

Merdaneli sertleştirme makinasında, yönlendirilmiş lifleri preslenmiş yün keçeye dönüştürmek için, buhar, basınç ve titreşimden yararlanılır. (sağda) Yün liflerinin yüzeyleri pullu olduğundan ve yün büzülme niteliği taşıdığından, lifler, birbirine kenetlenerek keçeyi oluşturur. Sertleştirme işleminden sonra, sıkıştırma makinasında, dövülerek sıkışan keçenin lifleri, birbirine daha da yapışır. Makinadan çıkan keçe, gerilir, kurutulur, çapaklar ayıklanır ve ütülenir. Yünlü keçeler beyaz ya da gri olur, ama istenirse başka renklere de boyanabilir.

Keçe üretimindeki ilk aşama, liflerin ağırlıkça doğru oranlarda harmanlanmasıdır. (sağda) Malzemeler, üretilecek keçenin türüne bağlı olarak seçilir. Başlıcaları yün, jüt, hayvan kılı ve sentetik liflerdir.

boyama sayılabilir. Özel keçe türlerinin en önemlileri giyim alanında kullanılan yumuşak keçeler, rulmanlı yatak contalarında kullanılan endüstri keçeleri, yalıtım keçeleri ile kağıt üretiminde ıslak kağıt hamurunu taşımakta ve kurutmakta kullanılan keçelerdir.

KELVİN, LORD (1824-1907)

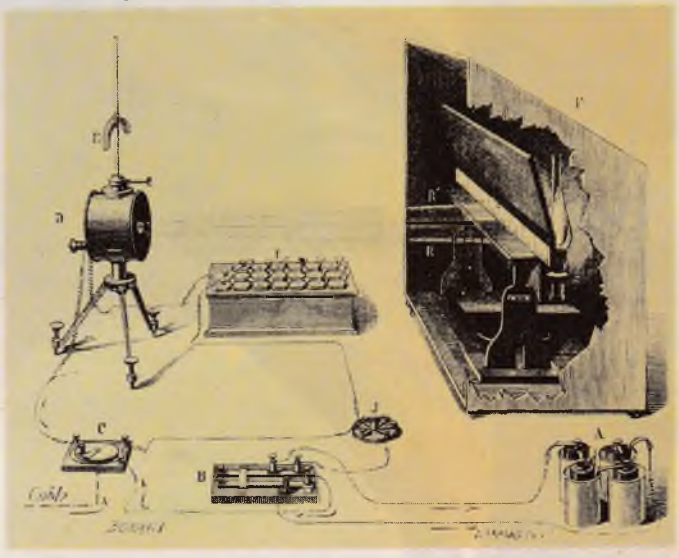
Lord Kelvin ya da gerçek adıyla William Thomson, XIX. yüzyılın ikinci yarısındaki bilimsel atılımı ve endüstri gelişmesini harekete geçiren kişilerdendir. Elektromagnetik kurama, termodinamiğe ve jeofiziğe katkılarının yanı sıra, elektrik mühendisliği, matematik ve denizcilik alanındaki öncülükleriyle de tanınmaktadır.

Bir matematik öğretmeninin oğlu olan William Thomson, ilk eğitimini babasından aldıktan sonra, 10 yaşında Glasgow Üniversitesi'ne, 18 yaşında Cambridge Üniversitesi'ne girdi.

Öğrenimini tamamladıktan sonra, Paris'te Regnault ile, buhar makinasının gelişiminde kullanılan ısı değişmezleri üstünde çalışmaya başladı. Bu deneyim, daha sonra (Clausius ile aynı zamanlarda), termodinamik yasalarını ortaya çıkarmasını ve «Kelvin ölçeği» adı verilen sıcaklık ölçeğini yaratmasını sağladı.

22 yaşında, Glasgow Üniversitesi'ne atandı. Orada, magnetizma üstüne araştırmalar yapmaya başladı. Ayrıca, ilk fizik araştırma laboratuvarlarından birini kurdu ve uygulamalı matematik konusundaki öncü bir yayında yöneticilik yaptı.

Lord Kelvin'in 1897'de Londra'da yayınlanan bir dergideki karikatürü. (sağda) Kelvin, daha çok elektrik ve telgraf konusundaki çalışmalarıyla tanınır. Kelvin'in buluşlarından biri olan aynalı galvanometre. (altta) Bu aygıtın telgraf mesajlarının alınmasındaki ve kaydedilmesindeki rolü büyüktür. Galvanometre, ışık demetini (R) kayıt tablosuna yansıtır.



Termodinamik çalışmalarını sürdüren Thomson, dünyanın yaşı konusunda çeşitli tartışmalara girdi. Araştırmaları, dünyanın 100 milyon yıldan daha yaşlı olamayacağını gösteriyordu. Bu, söz konusu dönemin yerbilimcileri ve darwinciler tarafından öne sürülenin çok altında bir sayıydı. Ama, Thomson, dünyanın yaşı konusunda elde ettiği sonuçlara her zaman inandı. Hattâ son yıllarına doğru, dünyada bulunan radyoaktif ısı kaynaklarının, dünyanın yaşını oldukça yükseltebileceğinin bulunmasına karşın, kanısı değişmedi.

1855'te Thomson, ilk başarılı denizaltı telgraf kablolarının gerçekleştirilmesiyle uğraştı. Bu çalışmalar sırasında, elektrik iletiminin fiziksel ilkelerinin, geniş bilgi gerektiren birçok sorun ortaya çıkardığını farketti. 1866'da denizaltı kablolarının döşenmesi tamamlandı ve Thomson, bir çığır açan bu hizmetinden dolayı, Kraliçe Victoria tarafından Sir unvanıyla ödüllendirildi. 1892'de Thomson yeniden ödüllendirilerek, Largs Baronu unvanını aldı.

KEMAN Bk. YAYLI ÇALGILAR

KEMERLER

Duvara bir giriş ya da açıklık yapmanın en yalın yolu, kiriş (lento) ve sütun (kolon) kullanmaktır. Bu sistemde, yatay konumda yerleştirilen tek parça kiriş, iki ucundan, düşey destekleyici öğelere bindirilir.

Açıklığın tek parça kirişle örtülmesi olanaksızsa, küçük parçalardan oluşan bir sistem kullanılır. «*Kemer*» adı verilen bu sistemle, kirişten daha büyük açıklıklar örtülebilir. Kemer ilk olarak, kerestenin az, büyük ve düzgün taşlarınsa pahalı olduğu Fırat ve Dicle vadileri gibi bölgelerde kullanılmıştır.

Kemer, birbirini sıkıştıran taşlardan oluşur. Taşlar arasındaki birleşme çizgileri, bazı tiplerde kemerin içindeki, bazılarında da kemerin dışındaki bir merkez noktadan geçer. Bu yüzden, her kemerin kendine özgü bir eğriliği vardır. En yalın ve en doğal görünümlü kemerler, yarım daire biçiminde olanlardır; ama çok sayıda başka kemer biçimi de bulunur.

Kemerlerin tepe noktalarına konan taşa, «*kilit-*

Irak'ta bir beşik kemer kalıntısı. (altta) Duvarlar, modern betonarme tonoz ve kemerlerde olduğu gibi, doğal bir parabol biçimli eğri çizmektedir.

taşı» denir. Kilittaşı, en son yerleştirilen ve öteki taşları sağlam biçimde bağlayan kenetleme taşıdır. Bütün kemerlerde kilittaşı kullanılmaz. Gotik kemerlerde görüldüğü gibi, üst noktada birleşme de yapılabilir. Kilittaşı, üstüne binen ağırlığı iki yanındaki taşlara aktarır. Bu taşların taşıdığı ağırlıksa, duvarın düşey bölümü yoluyla temele yüklenir. Kısacası, kemerin ağırlık taşıma ilkesi, düşey ağırlığı saptırıp, iki yana vermektir.

Ne var ki, yanal kuvvetler, kemerin kendi başına dengeli bir yapı oluşturmamasına da yolaçarlar: Bu kuvvetler, yapının tabanını, iki yandan dışa doğru açmaya çalışır. Bunun önlenmesi için, kenarlarda, kemeri destekleyecek yeterli malzeme bulunması gerekir.

Yanal kuvvetler nedeniyle kemerler, duvarların iki ucu yerine, genellikle ortasına yerleştirilir. Akarsu kenarları ve vadi yamaçları, payanda işlevi görebildiklerinden, bir dizi kemerden oluşan köprü ve su kemeri yapımına elverişlidir. Romalılar tarafından yapılmış birçok örneği bulunan ve bir dizi kemerden oluşan sıra sütunlar da, yanal bileşke kuvveti taşımak için, iki uçta uzun sağır duvarlar gerektirir. Buna karşılık sütunlar, oldukça ince tutulabilir.

Yanal kuvvetin, büyük kemer payandaları yerine, yapı içine yerleştirilen bağlayıcı çubuklarla karşılandığı kemerler de yapılmış, ama bu uygulama, estetik açıdan başarısız bulunmuştur: Göz, farkında olmaksızın, kemerin ağırlığından doğan yanal kuvveti taşıyacak masif bir kütle arar.

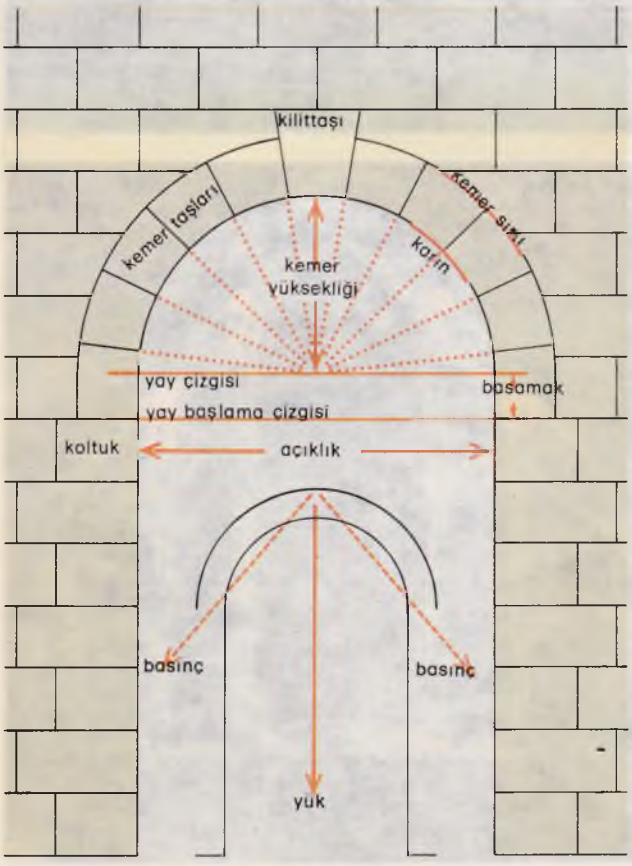
Sütun dizisi tam bir daire oluşturuyorsa, bütün ağırlıklar birleşerek, düşey bir yük ortaya çıkarır. Bunun en belirgin örneği, Roma'daki Colosseum'dur. Colosseum, daire biçimli üç katlı kemerli sütunlardan ve bunları görsel olarak tamamlayan masif bir duvar olan dördüncü kattan (sonradan eklenmiştir) oluşur.

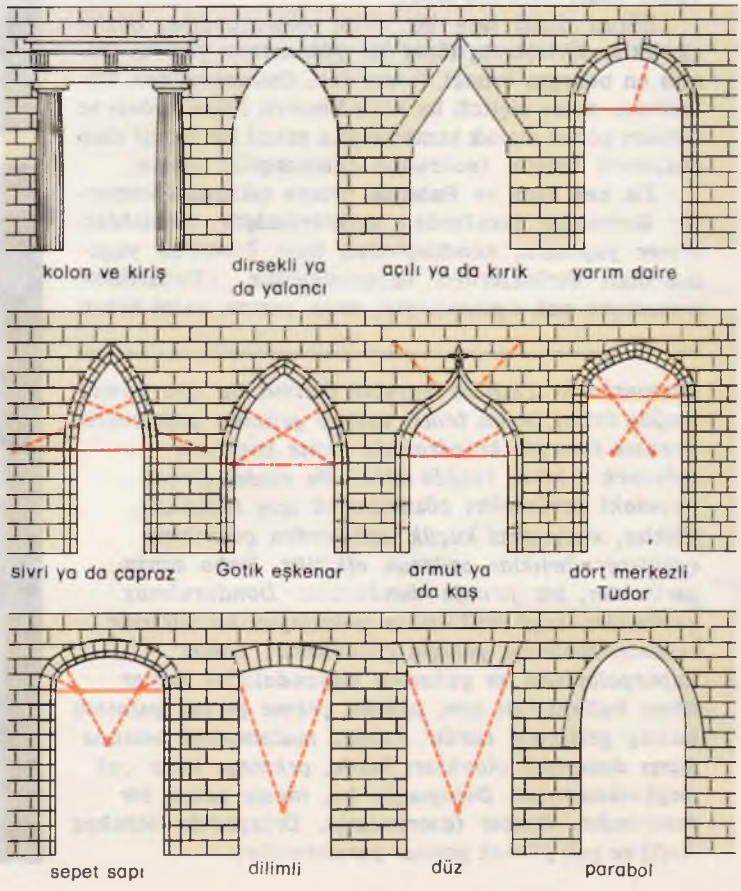
İlk kez Asur ve Babil'de ortaya çıkarılan kemerler, Romalılar tarafından geliştirilmiştir. Romalılar, kemer yapımını, kendilerinden önce İtalya'da yaşamış olan Etrüsklerden öğrenmişlerdir (Yunanlılar, kemerlerle pek ilgilenmeyip, onun yerine, yalın sütun

Missouri'deki (A.B.D.) parabol biçimli bu dev kemer (sağda üstte), beton temel üstüne çelikten yapılmıştır. Fransız Bourges katedralinin enine kesitinin ışılesnek modeli, (sağda altta) Bu model gerçek yapıdaki gerilmeleri çözümlemek için kullanılır. Yükler, maketteki küçük deliklerden geçirilmiş ipliklere ağırlıklar asılarak etkitilir. Daha sonra gerilmeler, bir fırında dondurulur. Dondurulmuş gerilmeler, tayf renklerinin polarlayıcı bir filtreyle resimlendirilmesi yoluyla çözümlenir. Tonoz kaburgalarında ve yükselen payandalarda kemer ilkesi kullanıldığı için, yapıda, çekme yerine yalnızca basınç gerilmesi vardır. İnşaat malzemeleri basınca karşı dayanıklı oldukları halde, çekmeye karşı çok dayanıksızdırlar. Dolayısıyle bu, ideale yakın bir tasarımdır. Benzer tasarımlarla, Ortaçağ'da oldukça hafif ve çok yüksek yapılar yaratılmıştır.

Kemer ilk kez Romalılar tarafından yaygın biçimde uygulanmıştır. İspanya'da Segovia'da Romalılardan kalma bu su kemeri (üstte), İ.S. 100 yıllarında yapılmıştır.

Yarım daire kemerin ana parçaları. (altta solda) Bu tür kemerlerin çoğu, yarım daireden biraz daha uzundur (yay çizgisi, yay başlama çizgisinin üstündedir). Küçük çizimde, kemerin, üstündeki duvarın düşey basınç yükünü, yanal kuvvetlere nasıl dönüştürdüğü görülmektedir. Birkaç kemer türü. (altta sağda) İlk iki kemer (kiriş ve kolon ile yalancı kemer) kuvveti dağıtmak yerine, doğrudan düşey yönde iletirler. Onlardan sonraki kırık (açılı) kemerdir. Parabol biçimli olan sonuncu kemer, yekpare betondan yapılır. Kemer eğrilerinin çizildiği merkezler kırmızı noktalarla gösterilmiş, yay çizgisi de kırmızı çizgiyle belirtilmiştir. Dört merkezli karmaşık kemer (Tudor), yarım daire kemerlerin taç kesiminin çökme tehlikesinden ve Gotik kemerin aşırı yüksekliğinden kaçınmak için geliştirilmiştir.





ve kiriş kavramını kullanmış ve zarif sütunlar ile alınlıklar geliştirmişlerdir). Kemerin geliştirilmesinin bu aşamasında, iki sorun üstünde durulduğu görülür: Farklı durumlarda hangi tür kemerin en dengeli olacağının hesaplanması; inşaat sırasında kemere destek olarak kullanılan kalıpların yalınlaştırılması.

Kemerler, Gotik ve Rönesans mimarisinde, özellikle TONOZLU YAPILAR'da çok geliştirilmiş olmalarına karşılık, XX. yüzyılda unutulmuşlardır. Bunun nedeni prefabrikasyon, taşıyıcı olmayan duvarlarla doldurulan kafes yapılar gibi modern yapı tekniklerinin kullanılması ve işçilik harcamalarının kemerleri ekonomik olmaktan çıkarmasıdır. Ne var ki, günümüzde «dev kibrit kutusu» görünüşlü yapılara insanların tepki gösterdiği anlaşılmış ve beton, plastik ya da kontrplak malzemeler kullanılarak, eğri biçimli, çekici ve kullanışlı uygulamalar gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu yapılar, dikdörtgen biçimlilerden daha dengeli olabilmektedir.

Taş kemerlerin, yapımları sırasında, son taş konuncaya kadar desteklenmeleri gerekir. Genellikle ahşap olan bu desteğe, «kalıp» denir. XX. yüzyılın başlarından kalan bu resimde (sağda), büyük kemerli bir köprünün kalıpla yapılışı görülmektedir. Eski Maya kenti Chichen İtza'da (Meksika) bulunan, X. yüzyıldan kalma bu geçitte, «dirsekli» ya da «yalancı» kemer kullanılmıştır. (altta)

Kemer ve payandalardaki gerilme ile kuvvetlerin modern çözümlemeleri, kemerlerin parabolik bir eğri biçiminde olması gerektiğini göstermiştir. Bu yüzden, kuramsal olarak kemer için en doğal biçim, temelden temele herhangi bir payandaya dayanmadan giden parabol biçimli eğridir. Bu tür yapılar, betonarme ve tahta levhalarla kolayca elde edilebilir. Hattâ, söz konusu malzemeler için, parabol biçimli eğrinin kare biçimden daha elverişli ve ekonomik olduğu da söylenebilir. Öte yandan, tahta, kalıplama sorununu ortadan kaldırır; çünkü yapı, yerde yapılıp, sonradan yerine yerleştirilebilecek kadar hafiftir. Bu tür kemerler, çok geniş açıklıkların örtülmesinde kullanılır.

KEPLER, JOHANNES (1571-1630)

Stuttgart yakınlarında, Weil der Stadt'da doğan, Johannes Kepler, Güneş sisteminin ilk doğru tanımını (*«Astronomia Nova»* [Yeni Astronomi] adlı yapıtında) yapan (1609) kişidir. İleri sürdüğü gezegen hareketlerine ilişkin üç yasasının, evrensel çekim yasasının sonuçları olduğu, NEWTON tarafından gösterilmiştir. Kepler'in matematik ve OPTİK alanında da önemli buluşları olmuş, 1611'de yaptığı kırılmalı teleskop, çok yaygınlaşarak «gök teleskopu» diye adlandırılmıştır.

Adelberg ve Tübingen okullarında okuyan Kepler'e, Tübingen'de, gezegenlerin Dünya çevresinde değil, Güneş çevresinde döndüğünü ileri süren KOPERNİK'in düşünceleri öğretildi. Kepler, ilk yayınladığı çalışması olan *Mysterium Cosmographicum*'da (Evrenin Gizi) [1597] yeni sistemin, eskisi tarafından açıklanmayan birçok gerçeği vurguladığını, sözgelimi Venüs ve Merkür gezegenlerinin Güneş'ten hiç de uzak olmadıklarını öne sürdü. Yeni sistem ayrıca, gezegenlerin yörüngelerinin hesaplanmasına da olanak sağladı. Kepler, bu yörüngelerin, beş düzgün çokyüzlü içine küreler halinde yerleştirilebileceğini buldu (düzgün çokyüzlü, her kenarı aynı büyüklük ve biçimde olan üç boyutlu bir yapıdır; en iyi bilinen örneği küptür). Altı gezegen küresi bulunduğunu öne süren fiziksel gerçek, böylece, yalnızca beş düzgün çokyüzlünün bulunmasıyla açıklanmış oluyordu. Kepler kuramı, günümüzde gökbilimcilerin benimsedikleri, gezegen uzaklıklarına ilişkin cebirsel Titius-Bode yasasının geometrik olarak formüllendirilmesidir ve istatistiksel mekanik terimleriyle açıklanır.

Kepler, kitabının birer kopyasını, zamanın önde gelen bilginlerinden GALİLEİ ve Tycho BRAHE'ye

Kepler (solda), üstteki resimde görülen Güneş sistemi modeliyle, evrenin temel yapısını kurduğunu öne sürmüştü. Ama, üç yasası ve bunları izleyen Rudolf cetvelleri, daha çok ilgi görmüştür. Resimde (sağda) Kepler'in kitabının kapağı görülmektedir. Kapakta, gökbilimin, sütunlar arasındaki eski bir bilginden gelip, Kopernik ve Brahe'ye kadar uzanan gelişmesi canlandırılmaktadır. Resmin tabanında Kepler, mum ışığında çalışırken görülmektedir.

yolladı. Ama Tycho Brahe ile ancak 1600 yılında, dinsel baskı sonucu Graz'dan Prag'a gittiği zaman tanışabildi. Brahe'nin asistanı oldu ve Dünya'ya yakınlığı ve dönüş hızı nedeniyle zor hesaplanan Mars gezegeninin yörüngesini incelemekle görevlendirildi.

Brahe, Kepler'e bu görevi, Mars'ın konumunda ciddi yanlışlıklar olduğu anlaşıldıktan sonra vermişti. Kepler, sekiz yıllık Mars araştırmasını, «*Mars Gezegeni'nin Yeni Astronomisi, Nedenler ve Sonuçlar*» adlı yapıtıyla noktaladı. 1603'te yayınladığı bu kitap, bilinen gezegenlerin yörüngelerini ve Kepler'in ilk iki yasasını da kapsıyordu: Her gezegenin yörüngesi, odaklarından birinde Güneş bulunan bir elipstir; Güneş ile gezegen arasına çekilecek çizgi, gezegen yörüngesinde döndükçe, eşit zamanlarda eşit alanları süpürür. 1601 yılında Tycho Brahe ölünce, Kepler, İmparatorluk Matematikçisi olarak onun yerini aldı. Kepler'e, Brahe'nin yıldız ve gezegenlerin konumları konusunda araştırmalarını sürdürme izni verildi. Rudolf II'nin 1612'de ölümünden sonra Kepler, iç savaştan ve salgın hastalıklardan kaçarak Linz'e yerleşti. Rudolf'tan sonra başa geçen Matthias, Kepler'in İmparatorluk Matematikçisi unvanını onayladı.

1619 yılında Kepler, en önemli çalışması sayılan *Harmonice Mundi* (Dünya'nın Uyumu) adlı yapıtını yazdı. Bu çalışmasında, üçüncü yasasını öne sürdü. Buna göre, gezegenlerin yörüngelerini tamamladıkları sürenin karesi, gezegenlerin Güneş'ten uzaklıklarının küpüyle orantılıdır. Gezegenlerin geometrik dizilişi ile, müzik aralıkları (titreşen tel uzunluklarıyla tanımlanır) arasında ilişki kurarak, gezegenlerin yörüngeleri üstündeki hızlarıyla bağıntılar kurmaya çalıştı. Böylece, *Dünya'nın Uyumu*'nda doğa yasalarını açıklamaya çalıştı.

Daha sonra, dinsel baskı sonucu Linz'den ayrılmak zorunda kalan Kepler, ömrünün son yıllarını, Silezya'da, o sıralarda gücünün doruğunda olan protestan önder Kont Wallenstein'ın koruyuculuğu altında geçirdi. Brahe'nin ölümünden yaklaşık 30 yıl sonra, *Rudolfirischen Tafeln* (Rudolf Cetvelleri) üstüne çalışmalarını tamamladı. Uzun süredir beklenen bu cetveller, çeşitli güçlükler, basım zorlukları ve parasızlık nedeniyle gecikmişti. Kepler, bu kitapta, yıldızların ve gezegenlerin konumlarını, o dönemde yeni bulunan LOGARİTMA'dan yararlanarak hesaplamıştı.

KERESTE ENDÜSTRİSİ

Dünya yüzeyinin beşte birini kaplayan ağaçlar, ticari kullanım amacıyla kesildikleri andan sonra, kereste endüstrisinin hammaddesini oluştururlar.

Ağacın dünyadaki en yaygın kullanım biçimi yakıttır. Ama, bu amaçla tüketilen ağaç miktarı, ülkeden ülkeye değişir. Sözgelimi, odunun bol ve ucuz olduğu S.S.C.B'nde ve tropikal yörelerde, büyük çoğunluğunun yakıt olarak kullanıldığı görülür. Öte yandan, kullandığı kerestenin % 90'ını dışardan alan İngiltere'de ağaç, yaygın bir ısı kaynağı değildir.

Kullanım alanları: Ağaç, ormandan, dalları budanmış, mekanik araçlarla kaldırılmasını ve karayoluyla ulaşımını kolaylaştıracak boylarda kesilmiş tomruklar halinde gelir. Tomruklar çeşitli yerlere gönderilir: Keresteye dönüştürülmek için bıçkıevlerine ya da hızar fabrikalarına; kağıt ve kontralite dönüştürülmek için kağıt hamuru üreten atelyelere; önce yonga haline getirilip sonra reçineyle karıştırılarak suntaya dönüştürülmek için yonga atelyelerine (Bk. TAHTA, YAPAY); yeraltında destek olarak kullanılacakları madenlere; kontrplak ya da gerçekten nitelikli ağaçlar söz konusu olduğunda, kaplama tahtası yapılmak amacıyla kontrplak yapımevlerine.

Günlük yaşamda böylesine çeşitli biçimlerde kullanılan bir başka malzemeye raslayamayız. Ülkelerin çoğunda, kerestenin en büyük kullanım alanı, yapı endüstrisidir. Bunun da büyük bir bölümü, konut yapım ve onarım işlerine gider.

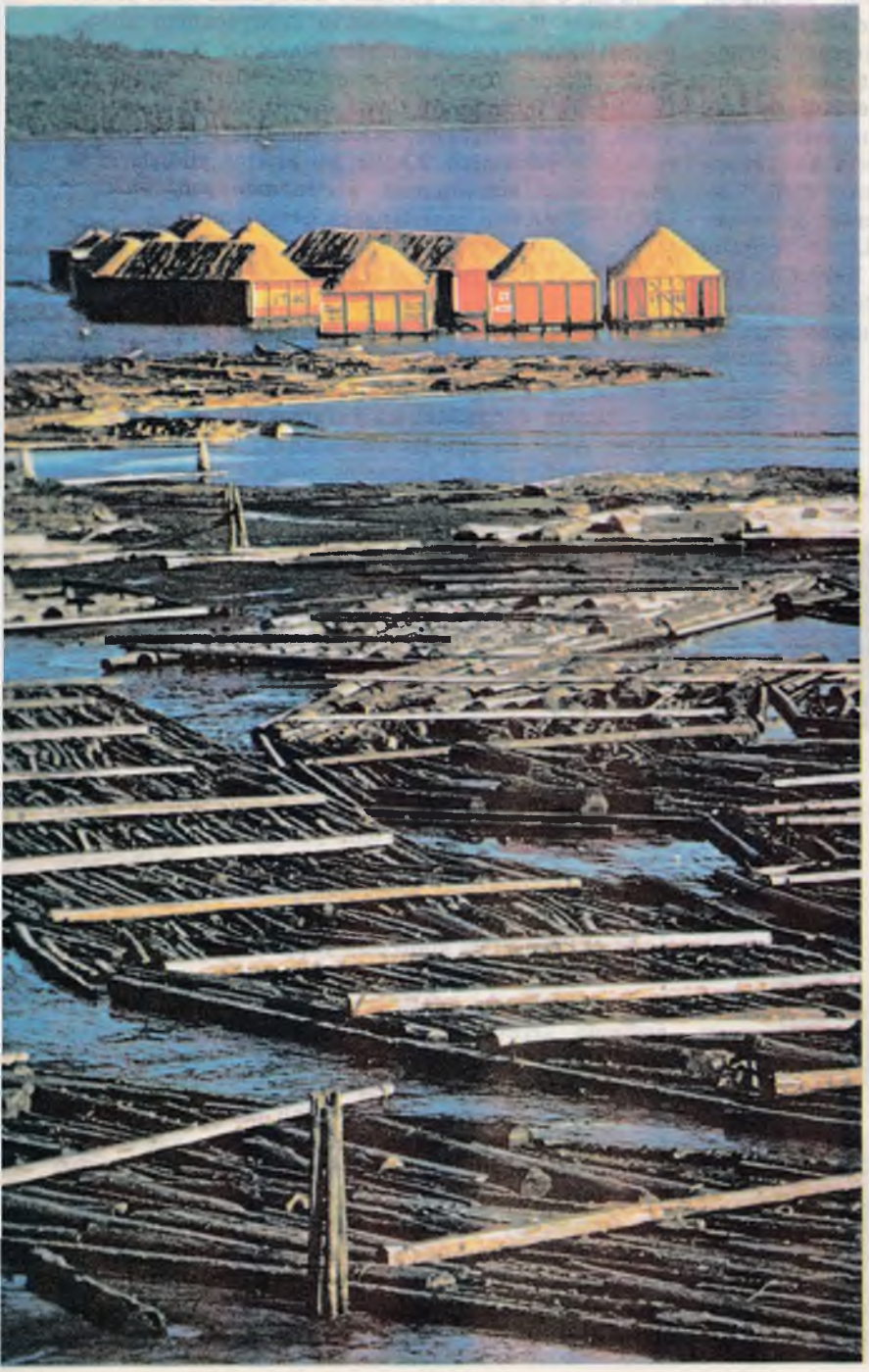
Kereste için bir başka önemli pazar da, paketleme ve kutulama işleridir. Sert ağaçlardan yapılan kerestenin en büyük kullanım alanıysa MOBİLYA ÜRETİMİ'dir.

Ormanlar: Dünyanın bazı yörelerinde ormanlar, kendi kendilerini hızla yenilerler. Bu, özellikle tropikal bölgeler için geçerlidir. Ağaçlardan düşen tohumlar yeşererek, geleceğin ormanlarını ortaya çıkaracak fidanları oluştururlar. Tropikal ormanlarda, kullanılan-

dan çok daha fazla ağaç, boş yere yitip gitmektedir. Bunun nedeni, tropikal ormanların birçok bölgesine hâlâ girilememesi ve ağaçların olgunluk dönemlerini geçirip doğal biçimde ölmeleridir.

Günümüzde ağaçlar, sürekli ürün alma yöntemiyle, tıpkı öteki ekinler gibi yetiştirilip biçilmektedir. Özellikle yumuşak tahtalı ağaçlarda durum böyledir. Ormanlık bir alan, kesim sonucu bütünüyle açılmışsa, bu alana ağaç fidanları dikilerek ekim yapılır. Ağaçlar büyüdükçe, öteki bitkiler gibi seyreltilirler. Kalan ağaçlar, kereste yapımında kullanılmak için gerekli boya ulaşmaya bırakılırken, kesilen küçük ağaçlar, ya işlenmeye ya da çit kazığı türünden kullanım alanlarına gider.

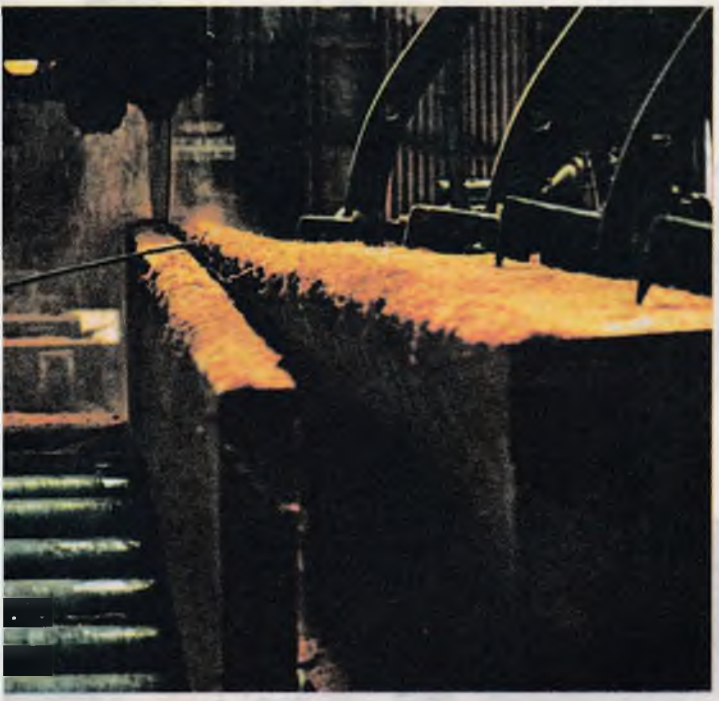
Büyüyen ağaçlar, bazen hastalıkların ya da zararlı böceklerin saldırısına uğrayabilirler. Bunları yok etmenin en iyi yolu, havadan ilaçlamadır. Uçaklar, ormanları tehdit eden bir başka büyük tehlikeyle, yani yangınla savaşımda da vazgeçilmez araçlardır. Ormanlardaki yüksek noktalara yerleştirilmiş gözlem kulelerinde, tehlikeli dönemlerde gözcüler bulundurulur. Böylece, yangın, çıkar çıkmaz görülebilir.



Bıçkıevinde çeşitli türde konveyörler, tomrukları bir işlemden ötekine taşırlar. Resimde (üstte), dörtgen biçimli, dev bir tomruk, mekanik kollar tarafından sıkıca tutulurken, fotoğrafta görülmeyen bir şerit testereyle, standart kalınlıkta kalaslar halinde kesilmektedir. Tomrukların bıçkıevlerine akarsular aracılığıyla taşınması çok elverişli bir yöntemdir. Tomruklar, resimde (solda) görüldüğü gibi, sallar halinde düzenlenip römorkörlerle de çekilebilir. Arka planda görülen mavnalar, kağıt hamuru yapılmak için toplanmış, budanmış ağaç artıklarıyla doludur. Tomruklar bıçkıevine vardıklarında, işleninceye kadar havuzlarda saklanır. Böylece, yerde bırakılmalarından doğabilecek bozulmalar önlenir.

Başlıca iki tür kereste vardır: İğne yapraklı ağaçlardan elde edilen *yumuşak kereste;* yaprağını döken ağaçlardan sağlanan *sert kereste.* Çam ve ladin gibi yumuşak ağaçlar, genellikle ılıman iklimlerde, sert ağaçların çoğu da tropikal yörelerde yetişir. Ancak, ılıman iklimli bölgelerde de sert ağaçlar bulunur.

Yumuşak ağaç üretiminde önde gelen ülkeler S. S.C.B., Finlandiya, İsveç, Kanada ve A.B.D. üstünden geçen geniş bir kuşağa yayılmıştır. Dünya yumuşak ağaç kaynaklarının yaklaşık üçte biri S.S.C.B'ndedir.

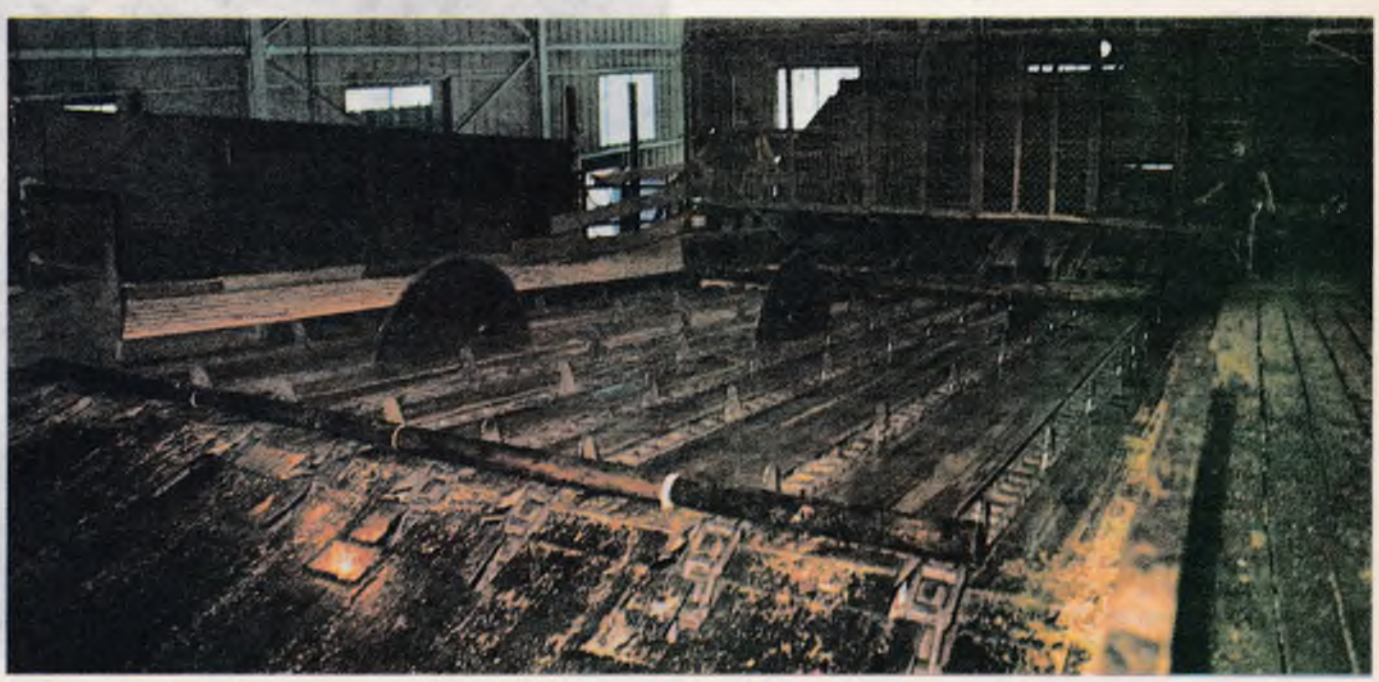


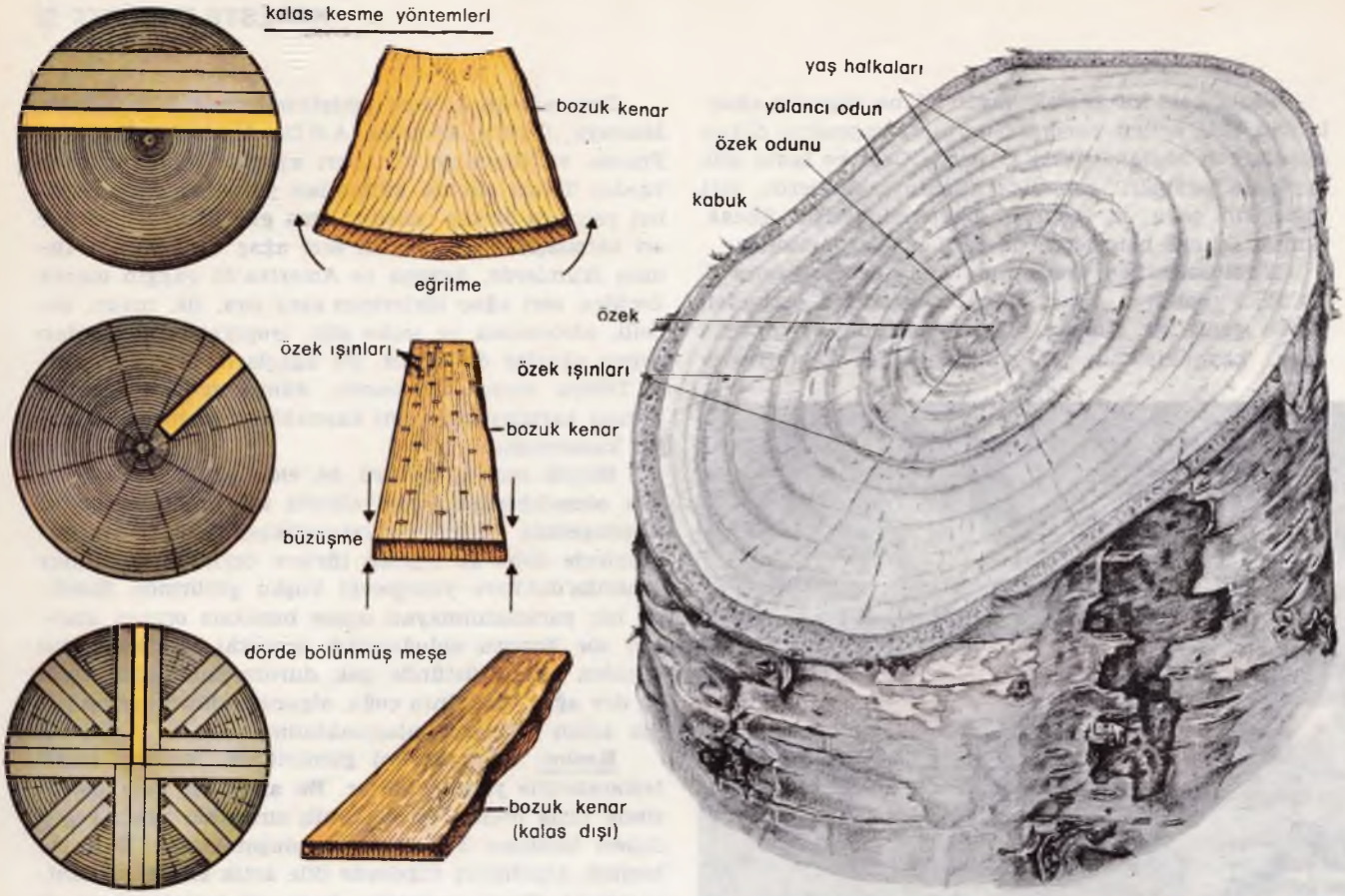
Sert ağacın başlıca yetiştiricileriyse Batı Afrika, Malezya, Güney Amerika, A.B.D., Almanya, Japonya, Fransa ve Romanya'dır. Sert ağaçların birçok çeşidi vardır. Ticari alanda kullanılan yumuşak ağaç çeşitleri yalnızca birkaç tanedir; ama günlük yaşamda her an karşılaşılan çok sayıda sert ağaç türü vardır. Ilıman iklimlerde, Avrupa ve Amerika'da yaygın olarak üretilen sert ağaç türlerinin yanı sıra, tik, maun, sapelli, afrormosia ve iroko gibi, tropikal ormanlardan gelme ağaçlar da vardır. Bu ağaçların birçoğu, İkinci Dünya savaşı sonrasında, dünya kereste gereksinimini karşılayacak yeni kaynaklar araştırılırken değer kazanmıştır.

Birçok sert ağaç türü de, elde edilmeleri ekonomik olmadığından, ticari alanda kullanılmamaktadır. Alışılagelmiş türler yetersizleştikçe, dikkatlerin günümüzde daha az bilinen türlere, özellikle de Güney Amerika'dakilere yöneleceği kuşku götürmez. Şimdilik hiç yararlanılmayan uçsuz bucaksız orman alanları söz konusu olduğundan, tropikal sert ağaçların yeniden ekimi üstünde pek durulmamaktadır. Oysa bu dev ağaç türlerinin çoğu, olgunluk dönemlerine yüz yılı aşkın sürelerde ulaşmaktadır.

Kesim: Ağaç kesimi günümüzde, motorlu *zincir testereleri*yle yapılmaktadır. Bu araç, bir pala çevresinde hızla dönen ve bu dönüş sırasında ağacı kesen dişleri bulunan bir zincirden oluşmaktadır. Baltayla kesime, azgelişmiş ülkelerde bile artık ender raslanılmaktadır. Zincir testereler, hem çok hızlıdır, hem de en kalın ağaçları bile kesebilecek güçtedir. Bu araçlarla kesilen ağacın, çevredeki öteki ağaçlara zarar

Kanada'da bir biçkievi. (altta) Tomruklar bir tırnaklı konveyörle taşınmakta ve dairesel testerelerle daha küçük parçalara bölünmektedir.





Bir ağacın kesiti. (üstte) İlk büyümeyi sağlayan özek odunu, yalancı odun, özek odununa ve ağacın öteki kesimlerine besin ve su taşıyan hücreler, yani özek ışınları görülmektedir.

vermeksizin istenilen noktaya devrilmesi sağlanabilmektedir.

Ağaçların tepeleri ve dalları, devrildikleri yerde kesilir. Gerekiyorsa, gövdeleri de uygun boyda tomruklar haline getirilir. Bundan sonra tomruklar, traktör ya da atla (bazı tik ağacı ormanlarında bu işlem fille de yapılır) kamyonların hazır beklediği orman yollarına kadar çekilir. Tomruklar, vinç sistemli bu kamyonlara yüklenerek, bıçkıevlerine gönderilir. Kanada'nın dev ormanlarında, tomrukları toplama noktalarına getirmede havai hatlardan da yararlanılmaktadır.

Ormanlar arasından akan elverişli ırmakların bulunduğu kuzey ülkelerinde, tomruklar, kışın buz tutmuş ırmaklar üstüne yatırılmakta, buzlar çözülünce de ırmak sularıyla limanlardaki bıçkıevlerine taşınmaktadırlar. Bazen de birbirine bağlanarak dev sallar haline getirilen tomruklar, bıçkıevlerine römorkörlerle çekilerek ulaştırılırlar.

Kanada, İsveç, Finlandiya, Norveç ve S.S.C.B'nde yaz boyunca milyonlarca tomruk, su yollarından bıçkıevlerine akar. Kara ve demiryolu taşımacılığından da büyük ölçüde yararlanılmasına karşılık, su yolu, gerçekten en ekonomik taşıma yoludur.

Bıçkıevleri: Günümüz bıçkıevlerinde makinalaş-

ma oldukça ileri düzeydedir. Buralarda tomruk ve keresteleri bir işlemden ötekine götüren bantlı konveyörler, yüksek hızlı kesme ve yontma gereçleri, ayırma ve derecelendirme makinaları (çoğu kez bilgisayar bağlantılı) vardır. Birçok ülkede bıçkıevlerinin küçük ve yalnızca sınırlı ölçüde tomruğu işleyebilecek düzeyde olmalarına karşılık, büyük üretici ülkelerde, en ileri tekniği kullanan, günde binlerce tomruğu işleyebilen dev bıçkıevleri bulunmaktadır.

Bu bıçkıevlerinde, geniş tomruk depolama havuzları bulunur. Karaya çıkarılan tomruklar, boy ve niteliklerine göre ayrıldıktan sonra, bir zincirli taşıyıcıyla özel oluklardan yukarı, bıçkıevine çekilir ve orada kalas halinde kesilir.

Tomruğun en verimli biçimde nasıl kesileceğine, denetim merkezinde çalışan bir operatör karar verir. İşlem tümüyle otomatiktir. Tomruğun çevrilmesi, uygun testereye gönderilmesi ve kalasların istiflendikleri haznelere bırakılmaları için, denetim panosundaki gerekli düğmelere basmak yeterlidir.

*Hızar*lar, bir çerçeve içinde yeralan ve birbirlerine paralel çalışarak kütüğü aynı anda kesen, çok sayıda testereden oluşan makinalardır. Bunlar tomruğu, hızla eşit boyda kalaslar halinde keserler. Ama, bazı bıçkıevlerinde *şerit testereler* kullanılmaktadır. Bu yöntemde, iki dev kasnak çevresinde çok hızlı dönen, şerit biçimli testereler bulunur. Küçük bıçkıevlerinde raslanan *dairesel testereler* (bıçak testere) de vardır. Bunlar da, tomruğu enine kesmede kullanılırlar. Hem uzun ömürlü bir kalas elde etmek, hem de olabildiğince az talaş yitirmek için testereler, gerek kalınlıkları, gerekse diş sayıları en uygun olanlardan seçilmeli ve sık sık bakım görmelidir.

Hızardan düşen kereste, *kenar kesme makinaları*na gider. Bunlar, kalasları istenilen ende düzeltirler. Ağaç artıkları, otomatik yoldan, bıçkıevlerinin güç gereksinmesini karşılayan yakıcılara gönderilir. Büyük bıçkıevlerinde, bir çalışma günü içinde binlerce kütük keresteye dönüştürülür.

Konveyörle aktarılan kesilmiş kalaslar, konsollarda çalışan *seçiciler* tarafından ayrılır. Seçiciler, her parçayı, *budak, büküm, çatlak* (ağacın yaş halkalarının yapısına ilişkin aksaklıklar), *çukurlaşma* (kalasın enine eğilmesi), *mavi leke* türünden, kullanımı ve

Ağaç türleri içinde, kabuğu en ilgi çekici olanı, mantar meşesidir. Bir Akdeniz bitkisi olan bu ağacın dış kabuğu soyulduktan sonra, iç kabuk, kalınlığı 5 cm'ye varan yeni mantar hücreleri oluşturmayı sürdürür. (altta)

Ormanların yeniden ekimi ve geliştirilmesi için yetiştirilen iğne yapraklı ağaç fidanları. (altta) Ormanlar, kereste kaynağı olmanın yanı sıra, toprak kaymalarını önler, yer altında su toplanmasını sağlar ve yerel iklime olumlu katkılarda bulunur.

ticari değeri etkileyen kusurlarını saptamak amacıyla denetimden geçirirler. Her parçanın üstüne derecesi, makinalarla yazılır. Bütün bu işlemler, ağacın konveyör üstünde yol aldığı sırada tamamlanır.

Kalaslar, aynı yöntemle, dayanıklılık bakımından da derecelendirilebilir. Bu işlem de seçiciler tarafından yapılabilir. Ama, kalas üstünde gerilme yaratarak sağlamlığı ölçen, bilgisayar bağlantılı makinalar da vardır. Birçok ülkede inşaat yönetmelikleri, inşaat işlerinde kullanılacak ahşap malzemenin mekanik özelliklerinin, standartlara uygun olmasını zorunlu kılmaktadır.

Makinalarla boylarına göre ayrılan kalaslar, kurumaları için istiflenir. Testereden yeni çıkmış ağaç ıslaktır. Kullanılabilecek hale gelmesi için, nem oranının, kuru ağırlığın % 24'ünü aşmayacak biçimde kurutulması gerekir. Günümüzde bu işlem, *kurutma fırınlarında* yürütülmektedir. Kurutma fırınlarında

---

Batı Avustralya'nın Karri ormanlarında ağaç kesimi. (solda) Ağaç önce, düşeceği yönde dibinden kesilir. Sonra, ya iki kişilik bir enli testereyle ya da motorlu testereyle karşıt yönden kesilerek devrilir. Ağaç devrildikten sonra, dallar budanır ve gövde, uygun boyda tomruklar haline getirilir.
Resimde (altta) görülen kütükler, bahara kadar donmuş akarsu üstünde bırakılacaktır.

su, sürekli denetlenen koşullarda çekilip alınır. Kurutma işlemi, kalasların, aralarından hava akımı geçecek biçimde istiflenmesiyle de gerçekleştirilebilir. Ama kurutma fırını, doğal yoldan aylar sürecek işi, birkaç saatte bitirir.

Kereste artık, mekanik kaldırma işlemlerini kolaylaştıracak biçimde paketlenip, kara ve deniz yoluyla pazarlara yollanmaya hazır hale gelmiştir. Varış noktasına ulaşan keresteler, geniş avlularda toplanır. Bu avlularda çoğunlukla, kullanıcıların gereksinmelerini karşılama amacıyla, gene bazı özel işlemlerden geçirilir: İstenilen boyutlarda kesme; makinayla düzeltme; temizleme; vb. İnşaatta kullanılacak kerestenin, fırında daha uzun tutularak, nem oranının % 12'ye düşürülmesi gerekir.

Doğal bir malzeme olan ağaç, çeşitli tehlikelere karşı korunmasızdır. En önemlilerinin ağaç kurdu ve çürüme olduğu bu tehlikelere karşı ağaç malzeme, ilaçlamayla korunabilir.

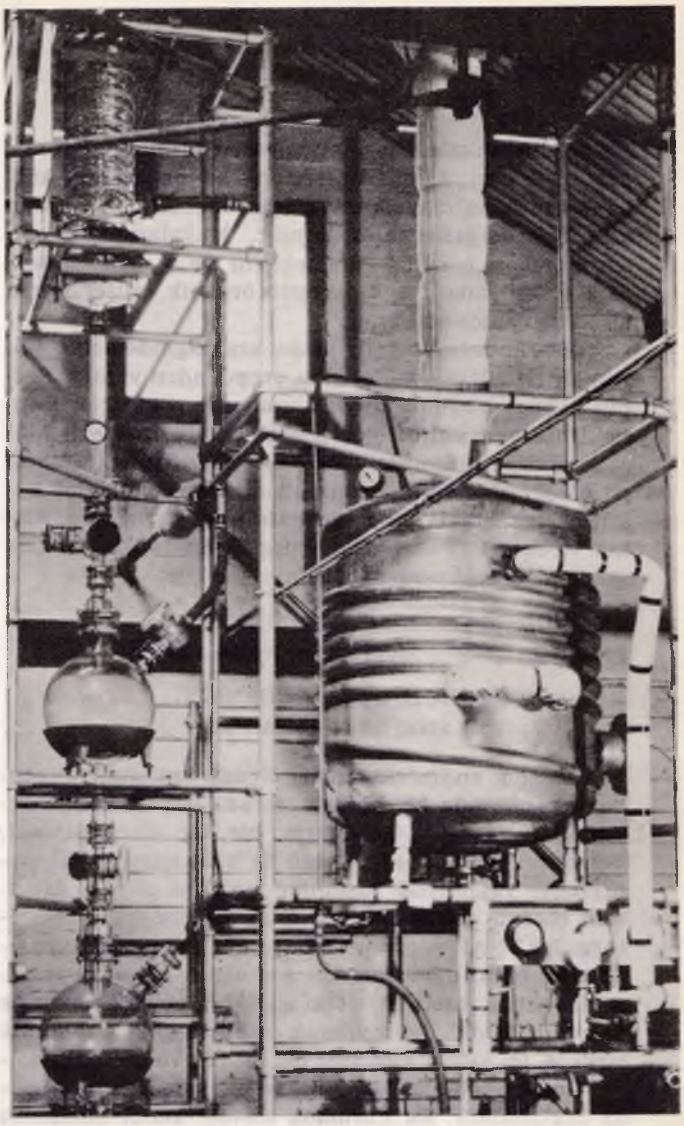
KETONLAR

Ketonlar, *R-CO-R* genel formülüyle gösterilebilen bir organik bileşik grubudur. Bir karbon atomunun bir oksijen atomuna çifte bağla bağlı olduğu $>C=O$ grubu, «*keto*» ya da «*karbonil*» grubu diye adlandırılır. Genel formülde *R*'yle gösterilen ve karbon içeren gruplar, birbirinin aynı ya da farklı olabilir. Sözgelimi, tarçın, ardıç meyvesi, sarı sakız, günlük ağacı ve servi ağacı gibi doğal olarak bulunan ve keton içeren koku verici maddelerin, ilaçların ve parfümlerin birçoğu, eski zamanlardan beri bilinir.

Aseton: En iyi bilinen keton, uçucu ve yanıcı bir sıvı olan asetondur (CH_3COCH_3). Aseton, ilk olarak XIX. yüzyılın ortalarında, organik bir tuz olan *kalsiyum asetat*ın ısıtılmasıyla elde edilmiştir. Tepkime aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\underset{\text{kalsiyum asetat}}{Ca(CH_3COO)_2} \longrightarrow \underset{\text{kalsiyum karbonat}}{CaCO_3} + \underset{\text{aseton}}{CH_3COCH_3}$$

Asetonun ilk kullanım alanlarından biri, Birinci Dünya savaşında geniş ölçüde yararlanılan bir patlayıcı olan *kordit* yapımıdır. O dönemde, mayalama yoluyla aseton elde etme tekniğinden, çeşitli yöntem-



Doğal uçucu yağların bileşenlerini ayırmada kullanılan, vakumda damıtma aygıtı. (sağda üstte) Bu yağlar keton içerirler. Sözgelimi, nane yağında menton bulunur. Yağlar, resmin sağındaki kapta ısıtılır ve buhar, bir ayırma kolonundan geçerek, resmin sol üstünde görülen yoğunlaştırıcıya gider. İki cam kapta, damıtılan yağın farklı fraksiyonları toplanır. Resimde, basınç ve sıcaklıkların ölçümü için kullanılan ölçü aletleri de görülmektedir. Hollandalı ressam Gerard David'in «Kralların Tapınması» adlı tablosu. (sağda altta) Tablonun yapımında kullanılan günlük ve sarı sakızın ikisi de doğal reçinedir ve keton içerir.

ler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden birinde mısır, atkestanesi unu ya da patatesten kaynaklanan karbonhidratların mayalanması için, «*bacillus macerans*» adlı mikroorganizma kullanılır. Mayalanmanın tamamlanması için, üç gün beklenir ve % 3-10 aseton, % 7-40 etil alkol, % 1-4 çeşitli organik asitler içeren bir karışım elde edilir.

Günümüzde aseton, petrol krakinginden elde edilen bir HİDROKARBON olan *propilen*den yapılır. Propilen, önce sülfat asidiyle tepkimeye sokularak *izopropil hidrojen sülfat* oluşturulur. Sonra, izopropil hidrojen sülfat hidrolizlenerek (Bk. HİDROLİZ), *izopropil alkol* elde edilir. İzopropil alkolün, bir metal katalizör (genellikle bir bakır katalizör) varlığında, aseton verecek biçimde hidrojeni giderilir (yükseltgenir). Söz konusu tepkimeler şöyle özetlenebilir:

$CH_3CHCH_2 \longrightarrow CH_3C(OH)(SO_3H)CH_3$
propilen — izopropil hidrojen sülfat

$\longrightarrow CH_3CHOHCH_3 \longrightarrow CH_3COCH_3$
izopropil alkol — aseton

Aseton, endüstride geniş ölçüde kullanılır: Yağlıboya yapımında bir çözücü olarak; birçok önemli organik maddenin (*kloroform*, bir ilaç olan *sülfonal;* perspeks [pleksiglas] yapımında kullanılan *metil metakrilat)* yapımında başlangıç maddesi olarak. Asetonun çözücü olarak kullanımının bir örneği, oksi-asetilen KAYNAK'ı için *asetilen*in tüplerde saklanmasıdır. Basınç altında bulunan asetilenin patlayıcı olması nedeniyle, asetilen, öteki gazlar gibi gaz tüplerine basınç altında doldurularak saklanamaz. Bununla birlikte, içi asbest gibi asal bir madde ve asetonla doldurulmuş tüplerde, güvenli bir biçimde basınç altında saklanabilir. Bu durumda aseton, kendi hacminin kat kat üstünde asetileni çözer. Aseton, asetat liflerinin elde edilmesi sırasında, püskürtmeden önce *selüloz asetat*ın çözülmesinde de kullanılır.

Öteki ketonlar: *Metil etil keton* ($CH_3COC_2H_5$) ve *metil izobütil keton* [$(CH_3)_2CHCH_2COCH_3$], nitroselüloz (bir patlayıcı madde), yapıştırıcılar ve kauçuk çimentolar gibi maddeler için çözücü olarak geniş ölçüde kullanılır. *Mesitiloksit* [$CH_3COCHC(CH_3)_2$], çeşitli makina yağı katkı maddelerinin yapımında kullanılan yararlı bir çözücüdür. *Diaseton alkol* [$(CH_3)_2C(OH)CH_2COCH_3$] bazı hintyağı kökenli hidrolik sıvıların bir bileşenidir.

Sikloheksanon ($C_6H_{10}O$) bir hidrokarbon olan *sikloheksan*ın (C_6H_{12}) yükseltgenmesiyle elde edilir. Sikloheksanon, polimerleşerek, naylon—6, [—$NH(CH_2)_5CO$—]$_n$ vermesi nedeniyle önemli olan *kaprolaktam* ($C_6H_{11}NO$) yapımında, başlangıç maddesi olarak kullanılır.

Asetofenon ($C_6H_5COCH_3$) banyo sabunlarına leylak ve hanımeli kokusu veren parfümlerin yapımında ve «*hipnon*» adı altında uyutucu olarak kullanılır. Birçok parfüm ve koku verici madde, keton içerir. Sözgelimi yasemin, süsen çiçeği ve menekşede *iron*, misk kedisinde *sifton*, misk geyiğinde *muskon*, nane yağında da *karvon* bulunur.

KIRINMA

Işığın doğru çizgiler boyunca yayılmadığı, engellerle karşılaştığında büküldüğü, XVII. yüzyılda Francesco Grimaldi tarafından bulunmuştur. Bunun nedeni, doğrudan doğruya, *kırınma* (ya da *kırınım)* olayıdır. Uygulamada bu olay, ışığın ve billur yapıların çözümlenmesinde kullanılır.

Grimaldi, dar ışık bantlarıyla aydınlatılan çok ince çubukların, sanıldığı gibi keskin gölgeler vermediğini ortaya koymuş ve gölge bölgesinin hemen yanında parlak çizgiler oluştuğunu gözlemiştir (olay yalnızca, çok küçük ışık kaynaklarının kullanılması durumunda ya da çubuklar arası uzaklığın çok küçük olması durumunda gözlenebilir).

Çok ince bir yarık arasından bir ampulün filamanına ya da bir mum ışığına bakıldığı zaman, bu cisimler, bir dizi görüntü halinde izlenir. Bunlar, ana görüntüden uzaklaştıkça, iki yana doğru giderek sönükleşir. Bir uçta kırmızı, öteki uçta mavi gibi, renkli de olabilirler. Ana görüntünün bu biçimde parçalanmasına, «*kırınma*» adı verilir. Aynı etki, sözgelimi, üstünde çok ince ses çizgileri bulunan bir plağın yüzeyinden yansıyan ışıkta da gözlenebilir. Televizyon kameramanları, bazı programlarda, yıldız parlaklığı etkisi sağlamak için, mercekler üstüne ızgaralar takarlar. Yıldızların teleskopla çekilmiş fotoğraflarındaki parıltı saçaklarınaysa, teleskop içinde zorunlu olarak kullanılan destek araçları neden olur.

Kırınma olayı, her tür DALGA HAREKETİ'nde gözlenebilir. Işığın yanı sıra, ses dalgaları, su dalgaları, radyo dalgaları ve X ışınları da aynı olayı gösterirler. Sözgelimi, bir köşe başında, öteki sokaktan

Pleiades (Ülker) kümesiyle ilgili bu fotoğraftaki (altta) yıldızların saçaklarına, teleskopta kullanılan destek araçları çevresinde kırınma neden olmaktadır. Ama aylalar (haleler), bütünüyle fotoğraf efektidir.

gelen sesi duymamıza gene kırınma olayı neden olur. Bu yolla işittiğimiz sesi incelersek, kırınmanın bir başka özelliği daha ortaya çıkar: Uzun dalgalar, kısa dalgalara oranla daha çok kırınmaya uğrar. Sözgelimi, yürüyen bir bandoda, önce bas davulun sesi duyulur. Buna karşılık, doğrudan görülecek noktaya gelmeden flütlerin sesi belirgin değildir. Kalın seslerin dalgaboyları uzun, ince seslerinkiyse kısadır.

Aynı olay, ışıkta da ortaya çıkar. Kırınmadan ötürü, çeşitli renklerde çizgiler gözlenebilir. Sestekine benzer biçimde, ışıkta da düşük frekanslı kırmızı ışık en çok, yüksek frekanslı mavi ışık ise en az bükülür. Belirgin bir etkinin yaratılmasında, bir tek köşe yeterli olmaz. Birçok köşenin (köşe burada, engel görevi yapmaktadır) bulunması gerekir. Kırınma ızgarası, ışığı geçirecek ya da (uygun bir kaplamayla kaplanması durumunda) yansıtacak cam üstüne çizilmiş bir dizi ince çizgiden oluşur. Çizgiler arasındaki uzaklık değişebilir, ama yüksek nitelikli bir kırınma ızgarasında, 1 cm'de yaklaşık 12 000 çizgi bulunur.

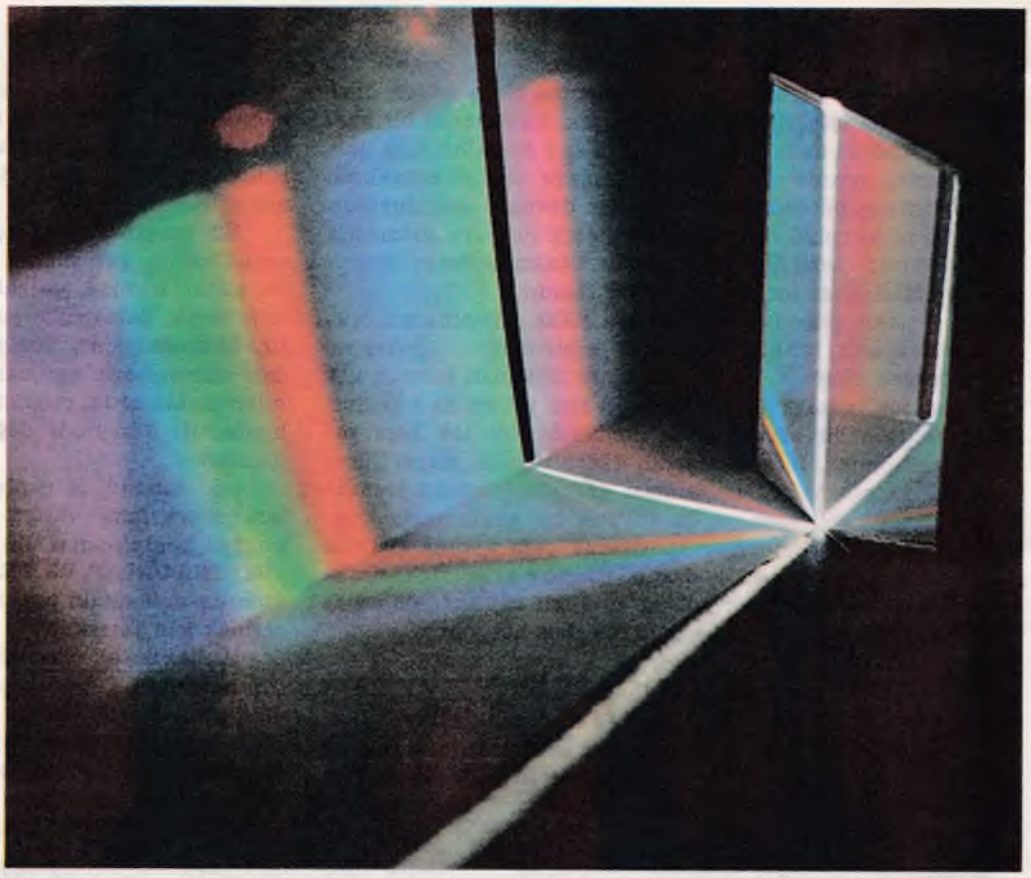
2 500 kez büyütülmüş kırınma ızgarası çizgileri. (altta) Her mm'de 100 tırtık bulunmaktadır. Bu, kızılaltı ışıklarla çalışmak için yeterli bir büyüklüktür. Bu kadar yüksek bir büyütmede bile, tırtıklar düzgün görülebilmektedir.

Yayma: Kırınma ızgarası üstüne düşen dar bir ışık demeti, görüntünün iki yanında çeşitli renk bantlarına ayrılır. Birkaç bant vardır. Bu bantlar, ana görüntüden uzaklaştıkça, daha çok yayıldıklarından sönükleşirler.

Bu rengin yayma açısı, dalgaboyuna ve ızgara aralıklarının genişliğine bağlıdır. Izgaranın çizgileri ne kadar inceyse, dalgaboyu o kadar çok kırınmaya uğrayacak, dolayısıyle yayma o kadar büyük olacaktır. Mikrodalgaları (dalgaboyları, ışığın dalgaboyundan milyonlarca kez daha uzun) kırmak için kullanılan ızgaralarda, çizgiler arası uzaklık, santimetrenin binde biri düzeyinde değil, santimetre düzeyinde olmalıdır.

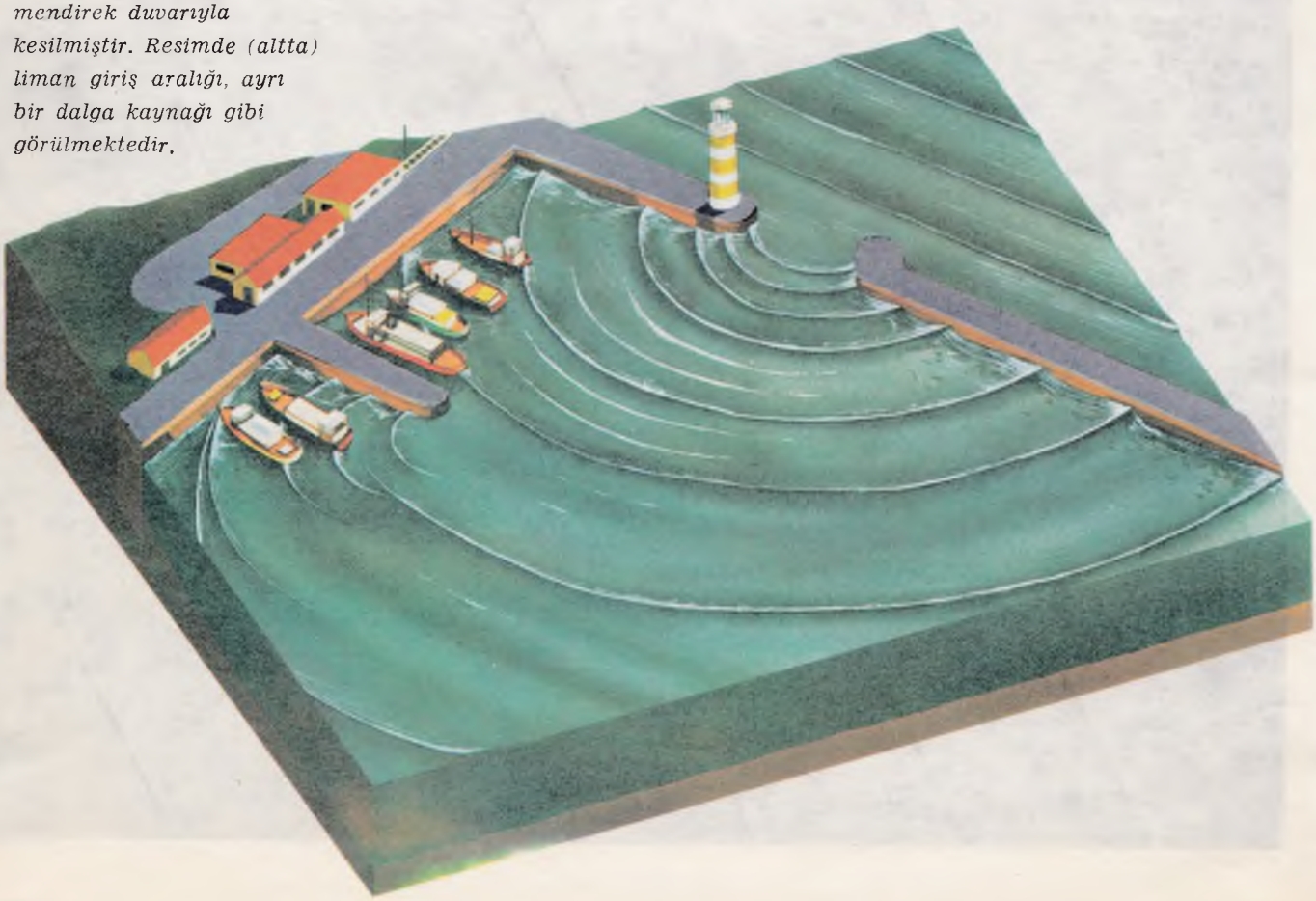
Öte yandan, X ışınları için, çok daha sık ızgaralara gereksinim vardır. Çünkü bunların dalgaboyu, normal ışığınkinden bin kez daha kısadır. Bir billur (Bk. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM) içinde dizili olan atomlar arasındaki uzaklık, X ışınlarını kırınmaya uğratmak için yeterlidir.

Kullanım alanları: Billur kafesleri, X ışını kırınma modelleri kullanılarak incelenir. Bu bilim dalına «billurbilim» adı verilir. Bu tür teknikler, billur yapıların araştırılmasında çok büyük değer taşır. Maddenin dalga özelliklerinden yararlanılarak, aynı amaç için elektron ve nötron kırınmaları da kullanılabilir (Bk. KUVANTUM KURAMI).



Bir yarıktan geçen beyaz ışığı ayrıştıran kırınma ızgarası. (sağda) Yansıma olması için, ızgaranın üstü alüminyumla kaplanmıştır. Yarıktan gelen ışığın bir bölümü, tıpkı aynada olduğu gibi, yansımaya uğrarken, bir bölümü de renklere ayrışır. Bu kırınma ızgarasında, mm başına 1 200 tırtık vardır. Bu tırtıklar, yönlü kazılmışlardır; yani gelen ışığı, beyaz ışığın bir yanına doğru kırınmaya uğratacak bir açıyla açılmışlardır. Resimde, birinci ve ikinci dereceden kırınmalar görülmektedir. İkinci derece kırınmada, renkler daha soluktur.

Bir limana giren dalgalar da kırınma gösterir. Yayılan dalgaların yolu, mendirek duvarıyla kesilmiştir. Resimde (altta) liman giriş aralığı, ayrı bir dalga kaynağı gibi görülmektedir.



Kırınma ızgarası, ışığın çözümlenmesinde yararlanılan TAYFÖLÇÜMÜ'nde de kullanılır. Izgaralar, dalgaboylarını düzenli olarak birbirinden ayırırlar. Oysa, beyaz ışığı renklere ayrıştıran prizmalar, kısa dalgaboylarını, kırmızı renk üstüne yayarlar. Ayrıca, ızgaralı düzeneklerde ışığın bir cam içinden geçmesi zorunlu olmadığından, cam tarafından yutulan kızılaltı ve morötesi gibi ışınlar da incelenebilir.

Düz bir cam üstüne çizilen yüksek nitelikli ızgaralar pahalıdır; ama plastik malzemeden, ucuz ızgaralar da üretilebilir. Ince çizgiler, tıpkı plak üretiminde olduğu gibi, plastik malzeme üstüne yüksek nitelikli bir mastar kalıpla preslenerek oluşturulur. Bu yöntemle ucuza mal edilen kopyalar, gözalıcı süs eşyalarının yapımında kullanılır.

Fizikte kırınma: Kırınma olayı, XVII. yüzyılda Hollandalı fizikçi Christiaan HUYGENS'in önerdiği dalga modelleri kullanılarak açıklanabilir. Huygens'e göre, ilerleyen bir dalga cephesi üstündeki her nokta, kendi başına bir ışık kaynağıdır. Bozulmadıkları sürece bu ikincil kaynak noktaları, yeni dalga cepheleri oluştururlar. Olay bu biçimde sürer.

Bununla birlikte, dalga cephesinin yolu üstüne herhangi bir engel konulursa, ikincil dalgalar, söz konusu engelin iki yanından yayılır, yani engel çevresinden bükülmüş olurlar. Engeller çoğaltılırsa, ikincil dalgalar girişimde bulunarak, birbirlerinin etkisini ya yok ederler ya da artırırlar. Böylece, her dalganın yayılmaya uğramasına bağlı olarak, renklere ayrılmış parlak ışık bantları elde edilir.

KIYMA MAKİNASI

Kıyma makinası, eti, köfte, sucuk ve sosis yapımında kullanılacak biçimde kıyan bir makinadır.

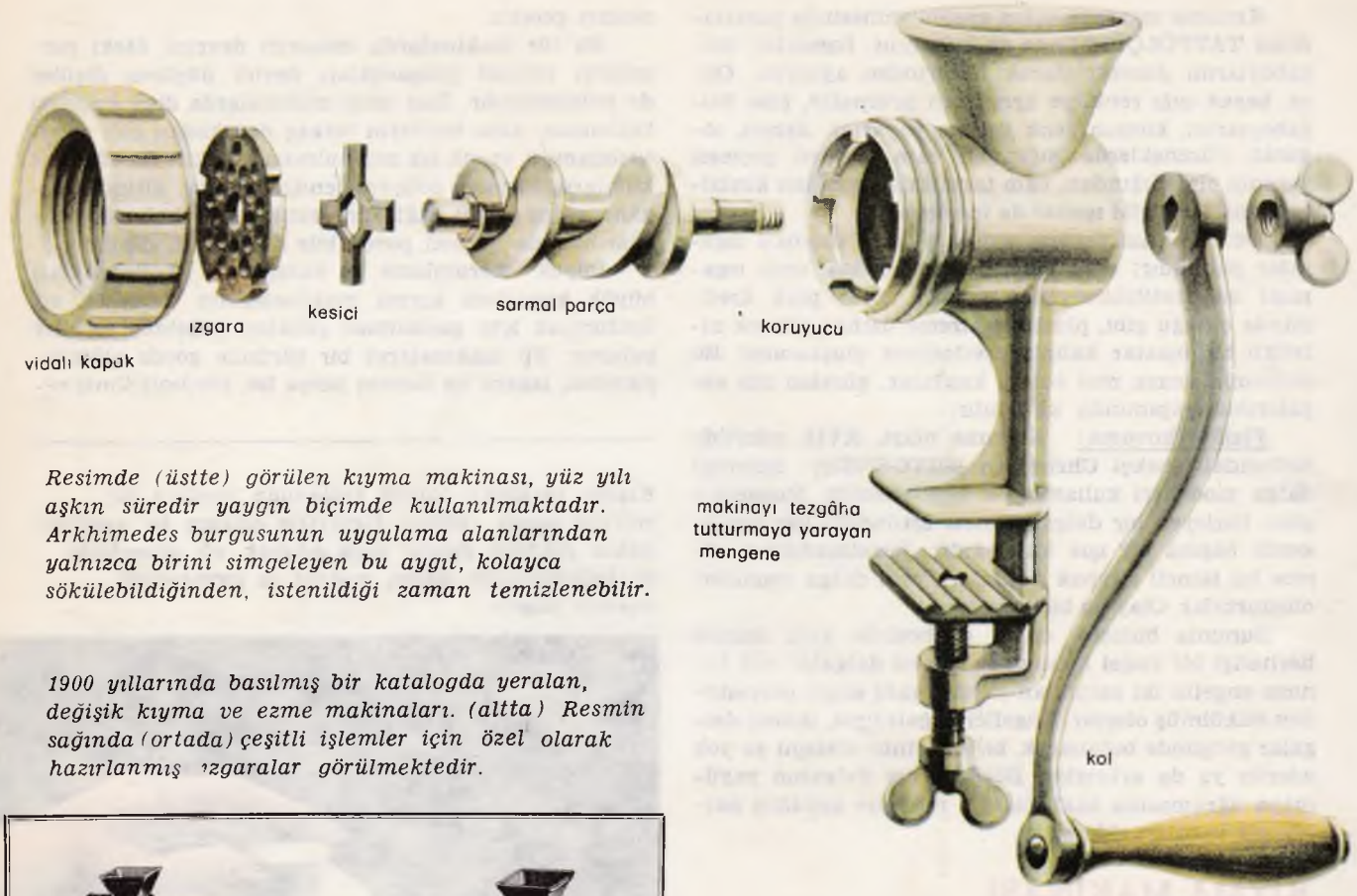
Bu makinaların elle çalıştırılan türü, yüz yılı aşkın süredir varlığını sürdürmektedir. Metalden yapılan ve masa ya da tezgâhın kenarına takılabilen makinanın kolu döndürüldüğü zaman, masanın içine dönük olan yüzünden kıyma çıkar. Makinanın gövdesinin üst kesiminde etin içeriye verildiği ağız, altta ise, mengene yeralır. ARKHİMEDES BURGUSU ilkesine göre çalışan sarmal biçimli parça, bir ucundan bir kola bağlı olarak bir kovan içinde döner. Parçanın öbür ucunda, delikli ya da oluklu bir ızgara yeralır. Vidalı bir kapak, bunların üstüne kapanarak, sistemin bir arada kalmasını sağlar. Çekilmek istenen madde, makinanın ağzından içeri verilir ve kol döndürülür. Sarmal parça, besin maddesini ileri iterek, delik ya da oluklardan geçmesini sağlar. Bazı kıyma makinalarında, sarmal parçanın ucunda ve ızgaranın arkasında, bıçaklar da bulunur.

Delikli parça değiştirilerek, kalın kıyma, içyağı, püre ve marmelat gibi çeşitli besin maddeleri çekilebilir. Günümüzde, evlerde kullanılan kıyma makinaları da vardır. Bunlarda plastik gövde içine yerleştirilen elektrik motorları yardımıyla, kıymanın yanı sıra, kahve, sebze, vb. şeyler de çekilebilir. Elektrikle çalışan aygıtların, çekilen maddenin suyunun motora girmesine olanak vermeyecek biçimde yapılmaları gerekir.

Bu tür makinalarda motorun devrini, öteki parçaların verimli çalışacakları devire düşüren dişliler de bulunmalıdır. Bazı ucuz makinalarda dişli kutuları bulunmaz; ama bunların birkaç dakikadan çok çalıştırılmaması ve sık sık soğutulması gerekir. Bu tür makinaların bazıları polipropilenden yapılır, altında tezgâha yapışmasını sağlayan lastik parça bulunur; bazılarında da sarmal parça bile naylondan yapılır.

Büyük kurumların ve kasapların kullandıkları büyük kapasiteli kıyma makinalarının üstünde, eti doldurmak için paslanmaz çelikten yapılmış tepsiler bulunur. Bu makinaların bir türünde gövde alüminyumdan, ızgara ile sarmal parça ise, sertleştirilmiş çe-

Kıyma makinası olarak kullanılan modern bir mutfak aygıtı. (altta) Elektrikle çalışan bu aygıtlar, kahve çekmek, meyve suyu sıkmak, vb. amaçlarla da kullanılabilir. Aygıt, motora su girmeyecek biçimde yapılır.



Resimde (üstte) görülen kıyma makinası, yüz yılı aşkın süredir yaygın biçimde kullanılmaktadır. Arkhimedes burgusunun uygulama alanlarından yalnızca birini simgeleyen bu aygıt, kolayca sökülebildiğinden, istenildiği zaman temizlenebilir.

1900 yıllarında basılmış bir katalogda yeralan, değişik kıyma ve ezme makinaları. (altta) Resmin sağında (ortada) çeşitli işlemler için özel olarak hazırlanmış ızgaralar görülmektedir.

likten yapılır ve sarmalın arkasına, balina kemiğinden yapılmış, değiştirilebilen bir rondela yerleştirilir. Motor milinin geçtiği delik, bir keçeyle yalıtılarak, su geçirmemesi sağlanır. Kapaklı rulmanlarla yataklanmış 0,5 beygirgücündeki motorun sağladığı 1 425 devir/dakikalık hız, yağ içinde dönen iki kademeli sarmal dişli çiftiyle 145 devir/dakikaya indirilir. Aygıtın üç ya da dört farklı bıçağı, üç ızgarası ve eti ağızdan içeri bastırmak için özel bir çubuğu vardır.

KIZILALTI IŞINIM

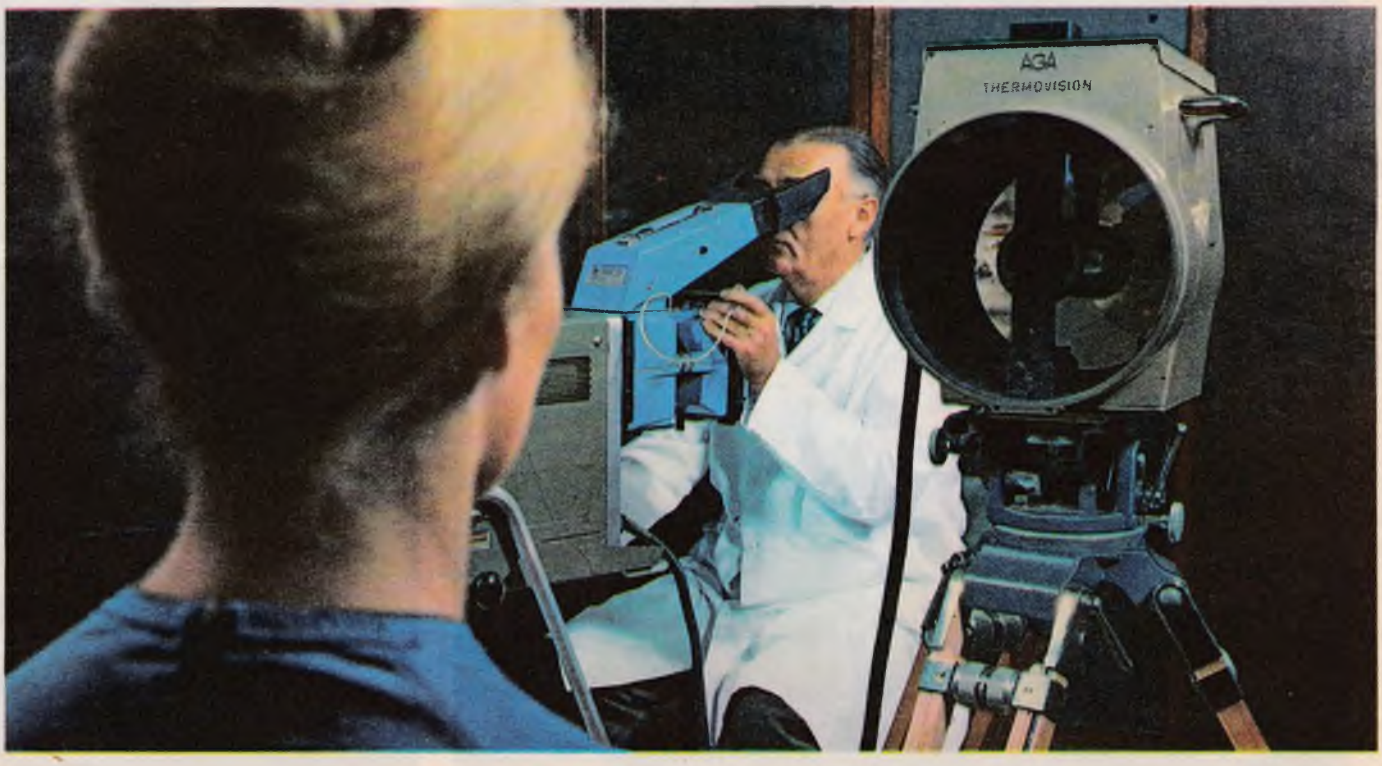
İki yüz yıl önce, günümüzde «ELEKTROMAGNETİK IŞINIM» diye adlandırılan tayfın, yalnızca mordan kırmızıya kadar olan görünür renkleri kapsadığı düşünülüyordu. 1800'de William HERSCHEL, Güneş'in, görülebilir tayfın kırmızı ucundan da ilerde enerji yaydığını buldu ve bu dalgaların ilk ölçümlerini yaptı. Günümüzde «kızılaltı» diye adlandırılan ve görünür ışık ile MİKRODALGA'lar arasındaki boşluğu dolduran bu dalgalar, Herschel'in düşündüğünden çok daha büyük bir tayf bölümünü kapsar. İnsanoğlu, kızılaltı ışınımı kullanmayı XX. yüzyılın ikinci yarısında öğrenmiştir. Günümüzde kızılaltı ışınım, tıp, pişirme, gazların incelenmesi ve askeri teknoloji gibi çeşitli alanlarda kullanılmakta ve büyük değer taşımaktadır.

Herschel'in kızılaltı ışınımı bulması, kolaylıkla yinelenebilen bir deneyle gerçekleşmiştir. Güneş ışığını bir yarık ve bir PRİZMA'dan geçiren Herschel, bir masa üstünde tayfın çeşitli renklerini elde etti. Bu renklere, her ışık renginin taşıdığı enerji miktarını bulmak için, karartılmış termometreler yerleştirdi. Güneş enerjisinin çoğu sarı-yeşil bölgededir. Bununla birlikte, prizma, mavi, yeşil ve sarı ışığı yayıp, kırmızıyı topladığı için, Herschel'in termometresinde kırmızı en yüksek değeri verdi ve bu sonuç, onu kırmızının da ötesinde deneyler yapmaya itti.

Herschel'in bulduğu ışınımın 0,8 mikrometre (metrenin milyonda biri olarak kısaltılır ve çoğunlukla «*mikron*» diye adlandırılır) dolayında bir dalgaboyu vardı. Görünür ışık, 0,4'ten 0,7 mikrona kadar olan bölgeyi kapsar. Kızılaltı ışınım ise, 1 000 mikrona (1 mm) kadar uzanır. Kızılaltı ışınım insan gözü tarafından görülemez, ama ısı özelliği nedeniyle, deri tarafından, tıpkı Herschel termometresinde olduğu gibi algılanabilir. Elektrik sobası çalıştırılınca da, ısıtıcı öğe kızarmadan önce, kızılaltı ışınım salar ve bundan ötürü bir sıcaklık duyarız. Görünebilir tayfta, bir cisim soğudukça, daha kızıl görünür. Bu ilişki, kızılaltında da geçerlidir. 900°C'tan soğuk cisimler, bütün enerjilerini kızılaltında yayarlar. Oda sıcaklığındaki cisimler, en çok 10 mikronluk dalgaboyunda ışınım salarlar.

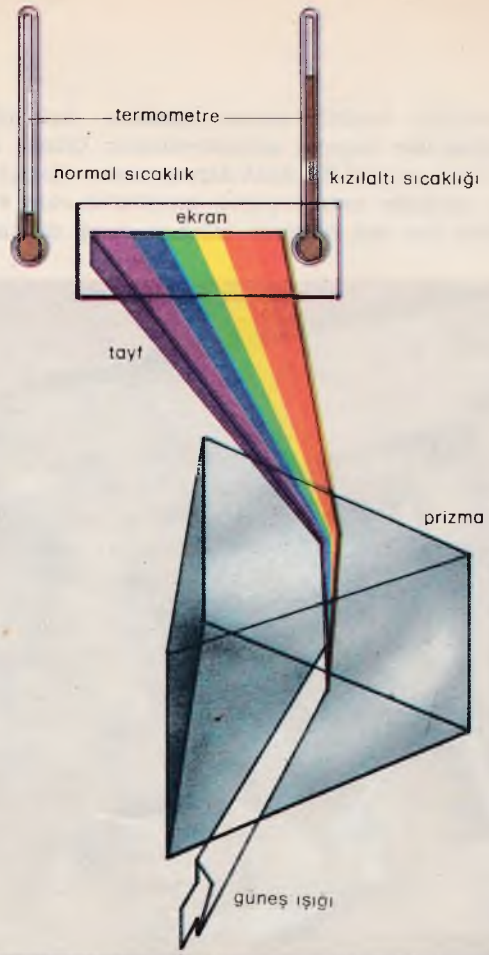
Kızılaltı ışınımın saptanması: İnsan gözü 10 mikronluk ışınıma duyarlı olsaydı yapay ışığa gereksinim olmazdı: Gece ve gündüz, her şey görülebilirdi. Canlılar, çevrelerinden daha sıcak, dolayısıyle de parlak

Bir insan başının termografı. (solda) Bu iş için teleskop benzeri bir yansıtıcı sistem kullanılır. (altta) Mercekler daha çok kızılaltını, aynalarsa, bütün renkleri eşit olarak soğurma özelliğinde olduğundan, sistemde ayna kullanılmıştır.



olurdu. Soğuk cisimlerse daha karanlık görülürdü. Sözgelimi, buzdolabındaki nesnelerin bulunmasında güçlük çekilirdi. Karanlıkta «görebilme» özelliği, askeri alanda büyük değer taşır. Bu yüzden, termometrelerden üstün algılama ve saptama sistemleri konusunda pek çok araştırma yapılmıştır. Kızılaltı bulucularının çoğu tek öğelidir. Yani, bir cismin iki boyutlu görüntüsünü oluşturmaz, yalnızca üstlerine düşen toplam ışınımı ölçerler. Bu bulucuların en verimlisi, her türlü kızılaltı ışınım dalgalarına duyarlı olan BOLOMETRE'lerdir.

Kızılaltı bulucuları, silahları, sıcak bir hedefe yöneltme amacıyla, güdümlü FÜZE'lerde de kullanılır. Son yıllarda kızılaltı görüntü aygıtları *(vidikonlar)*



Sir William Herschel, Güneş'i izlemesine yardımcı olacak bir filtre bulmağa çalışırken raslantı sonucu kızılaltı ışınımı bulmuştur. Gerçekte Herschel, ısıyı değil, ışığı iletecek bir düzenek bulmak istiyordu. Kurduğu düzenekte termometreyi, görünür bölgeden tayfın kırmızı ucuna doğru kaydırdıkça, sıcaklığın giderek yükseldiğini ve görünür bölgenin hemen ötesinde en yüksek değere ulaştığını saptadı. (sağda)

Bir büstün ve iki elektrikli ütünün görünebilinir ışıkla çekilmiş fotoğrafı. (altta solda) Işıklar söndürülür ve kızılötesi fotoğraf çekilirse, gözle hiç bir şeyin görülmemesine karşılık, sıcak ütülerin büstü yeterince aydınlattığı anlaşılır. (altta sağda)

geliştirilmiştir. Vidikonlar, 10 mikronluk ışınıma yanıt verirler ve normal oda sıcaklığındaki ışıksız görüntüyü televizyon ekranında gösterebilirler. Bazı yılanlar da, avlarını gece yakalayabilmelerini sağlayan, 10 mikronluk ışınımı «görme» özelliği taşırlar.

Fotoğraf emülsiyonları 1,1 mikron dalga uzunluğundan daha kısa ışığa duyarlı yapılabilir. Bu dalga uzunluğu, hava ve toz moleküllerinin çaplarından büyüktür. Böylece, sis ve dumanda kızılaltı film üstüne çekilmiş bir görüntü, maviye duyarlı film üstüne çekilmiş bir fotoğraftan çok daha iyi sonuçlar verir: Mavi ışık, hava tarafından kolaylıkla saçılır. Oldukça yeni geliştirilen özel bir kızılaltı renkli film türünde de, renkler, tayfta kaymış gibi görünür. Bu filmde mavi ışık hiç görülmez; yeşil cisimler mavi, kırmızı cisimler yeşil, kızılaltı cisimler de kırmızı görünür. Söz konusu filmler, değişik kızılaltı yansıma yapan bitki örtüsünün havadan belirlenmesinde çok yararlı olmaktadır.

Kullanımı: Kızılaltı ışınım, bir cisme ısı iletmek ya da ondan yayılan ısıyı algılamak için kullanılır. Isıyı iletimden çok, doğrudan ışınımla verdiğinden, cisimleri çok hızlı ısıtır. Sözgelimi, kızılaltı ışınım fırınında bir biftek, iki dakikada kızartılabilir.

İnsan derisi, kırmızı ışığı biraz, daha uzun dalgaboylu ışığı ise daha çok geçirir. Bu nedenle, kızılaltı ışınım, insan bedeninin derinliklerine kadar girebilir Kızılaltı lambalar, fizik tedavisinde, kasların ve hücrelerin ısıyla iyileştirilmesinde kullanılır. Ayrıca, 10 mikronluk vidikonlarla, «*termografi*» denilen bir yolla, insan derisinin ısısı incelenebilir. Termograflar, kan akışının normal olmadığı bölgeleri saptayarak, teşhiste yardımcı olurlar.

Gaz moleküllerinin, tayfın kızılaltı bölgesinde özgül titreşim frekansları vardır. Değişik moleküller, kızılaltı ışınımı farklı dalga bantlarında soğururlar. Bu yüzden, gazların tayfı, tıpkı parmak izi gibidir. Tayfsal ışıkölçerin değişik dalgaboylarındaki geçirimi incelenerek, bir gazın bileşimi belirlenebilir.

Dünya atmosferindeki su buharı ve karbon dioksit, kızılaltı ışınımı, «*atmosfer pencereleri*» adı verilen bazı dar dalga bantları dışında, bütünüyle soğurur. Bu bantlardan biri, 10 mikron dalgaboyuna denk düşer ve oda sıcaklığındaki görüntülerin uzaktan belirlenmesine yarar. Kızılaltı ışınımla, atmosferin dışındaki cisimleri de inceleyebiliriz. Kızılaltı gökbilimi, bulutsuların ve bazı yıldızların çevresindeki geniş toz bulutlarının keşfedilmesinde kullanılmıştır.

KİBRİT ÜRETİMİ

Kendiliğinden kimyasal tepkimelerle ateş elde etme yöntemleri, XVII. yüzyılın ikinci yarısından beri (*beyaz* FOSFOR'un bulunmasından beri) bilinmekteydi; ama ilk kibrit yapımı, ancak 1927'de gerçekleştirildi. John Walker tarafından İngiltere'de yapılan bu kibritler, *potasyum klorat* ($KClO_3$), *antimon sülfür* (Sb_2S_3) *ve arap zamkı*ndan oluşuyordu ve herhangi bir yere sürtülünce yanıyordu. XIX. yüzyılın sonlarına kadar üretilen «her yerde çakan» kibritlerin aşağı yukarı tümü, beyaz fosfor içeriyordu. Ne var ki, kibrit fabrikalarında çalışan işçiler arasında fosfonekroz (endüstriye özgü korkunç bir hastalık) hastalığının baş göstermesi, bu maddenin yerine başka bir şey koymayı gerekli kıldı. XX. yüzyılın başlarında *fosfor seskisülfür* (P_4S_3), beyaz fosforun yerini aldı.

Emniyet kibriti: 1840 yıllarında fosforun daha az etkin bir biçimi ya da *alotropu* olan *kırmızı fosfor*un bulunması, yalnızca önceden hazırlanmış bir yüzey üstünde çakan emniyet kibritlerinin üretimine yolaçtı. Emniyet kibritlerinin sürtme yüzeyi kırmızı fosfor içerir ve kutunun bir yanına arap zamkıyla, üre formaldehitle ya da başka bir güçlü yapışkanla tutturulur. Kibritin başında bulunan potasyum klorat, kibrit çakıldığında kutu üstündeki fosforla temas edince, ortaya çıkan kimyasal tepkime, kibritin yanmasını başlatacak ısıyı oluşturur. Emniyet kibritlerinde, potasyum kloratın yanı sıra, onunla tepkimeye giren KÜKÜRT bulunur. Ayrıca, cam tozu ve demir oksit (Fe_2O_3) gibi, kimyasal etkileri olmayan seyrelticiler vardır. Seyrelticiler, yanma hızının denetim altında tutulmasını sağlar. Bileşenleri bir araya getirip, onları kibrit çöpünün ucuna tutturmak içinse, genellikle hayvansal zamktan yararlanılır.

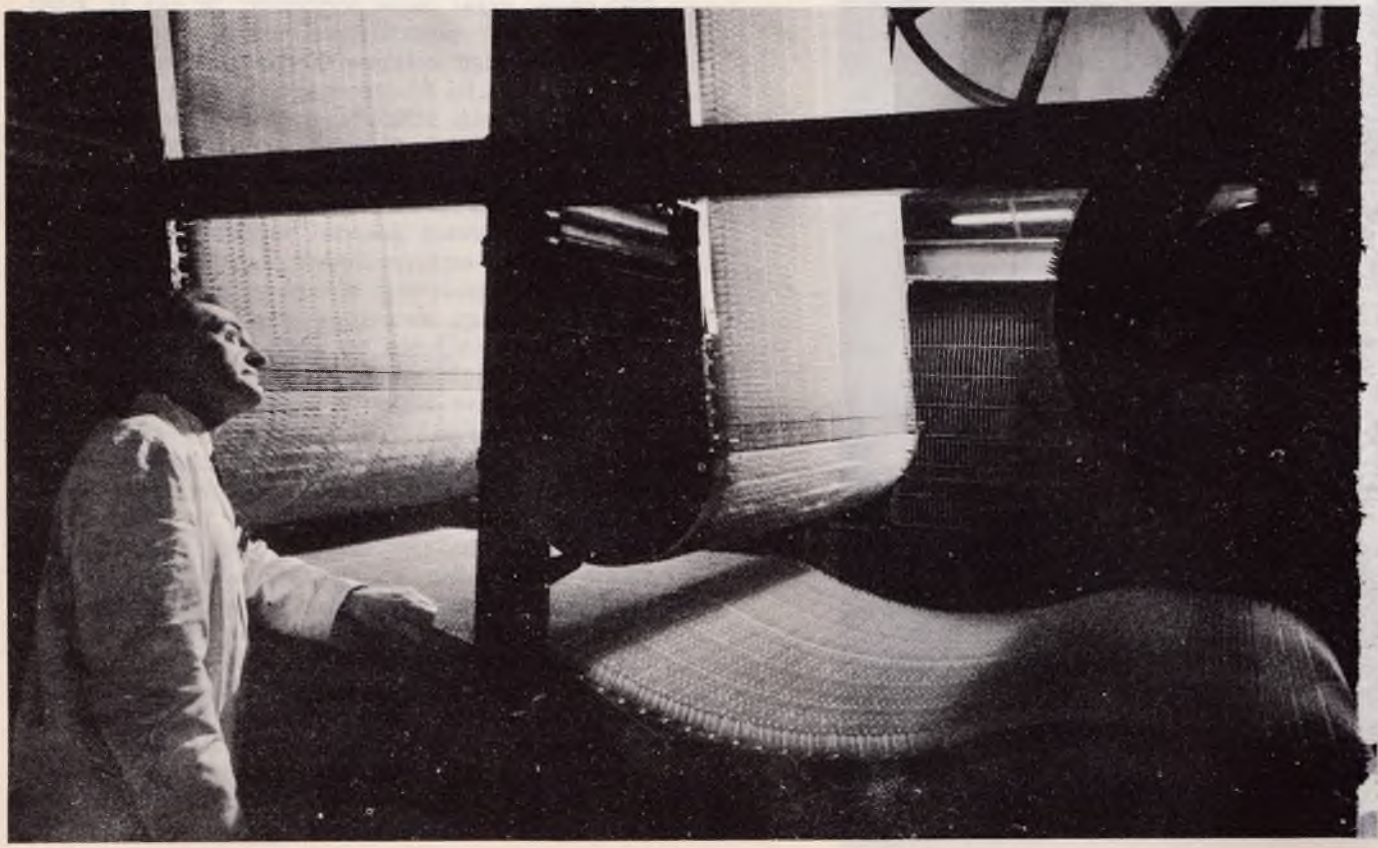
Her yerde çakan kibritlerde, kükürtten daha etkin olan fosfor seskisülfür bulunur. Düz olmayan bir yüzeye sürtme, fosfor seskisülfür ile potasyum klorat arasında, kibritin tutuşmasına neden olan tepkimeyi başlatır.

Emniyet kibritinin ya da her yerde çakan kibritlerin renkli olanları, uygun boyaların katılmasıyla yapılır. Günümüzde, demir oksit ve mangan dioksit gibi renkli bileşikler yerlerini, çinko oksite *(ZnO)* bırakmışlardır.

Kibrit çöpü: Çeşitli kimyasal maddelerden sonra, kibrit yapımında kullanılan en önemli madde ağaçtır. Bununla birlikte, kibrit çöpü için parafinlenmiş pamuk, kağıt ve karton gibi çeşitli maddelerden de yararlanılabilir. Kibrit çöpü yapımında kullanılan ağaçlar, beyaz, kokusuz, düz damarlı, kolay işlenebilir ve parafini emmesi için gözenekli olmalıdır. Çok sert ya da çok yumuşak ağaçlar elverişsizdir: Çok sert ağaçlar parafini emmez, çok yumuşak olanlarsa kolayca eğrilirler. Kibrit çöpünün başı, kimyasal madler sürülmeden önce, sıcak *parafine* batırılır. Parafin, alevi çöpe aktararak, yanmasını kolaylaştırır. Söndürüldükten sonra yeniden parlamasını ya da alevsiz olarak yanmayı sürdürmesini önlemek için, kibrit çöplerine, bir alev geciktirici madde olan *amonyum sülfat* emdirilir.

Kibrit çöpü üretiminde, yaklaşık 100 kg ağırlığında, 3 metre uzunluğunda olan kütükler, önce 1/2 metre uzunluğunda kesilir, sonra, soyma makinalarında tabaka haline getirilirler. Aşağı yukarı 2,3 mm kalınlığındaki uzun şerit kesicilere sürülürler. Kesiciyle, 5 dakikadan kısa sürede, 1 milyonun üstünde kibrit çöpü üretilir. Çöplere daha sonra, döner tamburlarda amonyum fosfat emdirilir. Kurutulan çöpler, cilalanıp temizlenir ve çelik borularla kibrit makinalarına gönderilir.

Otomatik kibrit makinası: Otomatik kibrit makinasıyla, 8 kişi gibi az sayıda insanla, günde yaklaşık 20 milyon kibrit üretilip kutulanabilir. Çöpler, makinanın yavaşça yürüyen çelik bandı üstündeki uygun deliklere, otomatik olarak yerleştirilir. Yerleştirilen çöpler, önce sıcak parafin banyosundan geçerler. Sonra çelik bant, kibrit başlarını oluşturan kimyasal bileşim üstünde durur. Aynı anda yaklaşık 6 000 çöp, sıvı karışım içine daldırılır. Bundan sonraki aşama, başı kurutmaktır. Bu işlemin çok yavaş yapılması gerekir: Hızlı kurutma, kibritin gerektiği gibi çakmamasına yolaçar. 50-60 dakika sonra, kibritler kutulanmaya hazır hale gelir. Çelik bant, düzenli olarak hareket eden kutu içlerine doğru iner. Kibritler, bant içindeki deliklerden, düzgün biçimde ve doğru sayıda püskürtülür. Dolan kutu içleri, taşıyıcı bantla, kutu dışlarının bulunduğu bölüme aktarılır. Burada aynı anda 16 kutu içi, hızla 16 kutu dışının içine itilir. İşlem dakikada 50 kez yinelenir.

Karton kapak içine sıkıştırılmış karton ya da ağaç çöplerden oluşan poşet kibritler de aynı yolla yapılır. Çöpler, kibrit makinasına yerleştirilir. Kibrit başları kuruduğunda, kibritler poşetleme makinasına gönderilir.

Kimyasal maddelere bandırılmış çöpler, kibrit makinasından delikli banda geçirilir. (altta) Kibrit başları, iyi çakmaları için, yavaş kurutulmalıdır.